

CODEN: LUSADG/(SAPS - 1030)/1 - 90/(1979)

# Kognitiva funktioner vid flygtrafikledning

Jan-Olof Mattsson



LUND UNIVERSITY SWEDEN  
DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY  
DISSERTATION SERIES

1979



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41553411\\_0094](https://archive.org/details/IA41553411_0094)

RAPPORT CODEN: LUSADG/(SAPS-1030)/1-90/(1979)

# Kognitiva funktioner vid flygtrafikledning

Jan-Olof Mattsson



DISSERTATION SUMMARY  
MAY 1979  
DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY  
LUND UNIVERSITY  
PARADISGATAN 5  
S-223 50 LUND, SWEDEN

Koninklijke Akademie van Wetenschappen

Jan Olof Mattsson



RECEIVED  
1078 66-15/101 2  
1078 66-15/101 2  
1078 66-15/101 2  
1078 66-15/101 2  
1078 66-15/101 2



|              |                                                                                                                                 |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| KAPITEL I:   | I n t r o d u k t i o n                                                                                                         | 1  |
| KAPITEL II:  | A r b e t s a n a l y s                                                                                                         | 4  |
|              | Begrepp, målsättning och kriterium                                                                                              | 4  |
| KAPITEL III: | A r b e t s a n a l y s a v m i l i t ä r a                                                                                     |    |
|              | f l y g k o n t r o l l t j ä n s t e r                                                                                         | 8  |
|              | Val av analysteknik                                                                                                             | 8  |
|              | Analysstrategi                                                                                                                  | 9  |
|              | 1. Bestämning av aktivitetens allmänna mål                                                                                      | 10 |
|              | 2. Utveckling av planer och specifikationer<br>för att samla in data (kritiska händelser)<br>från aktuella flygkontrolltjänster | 12 |
|              | 3. Deltagarpopulationen                                                                                                         | 12 |
|              | 4. Datainsamling                                                                                                                | 14 |
|              | Bearbetning och resultat                                                                                                        | 14 |
|              | Kategorisering                                                                                                                  | 14 |
|              | Händelsernas fördelning på uppgiftslämnare och huvudområden                                                                     | 15 |
|              | Klassificering av händelser                                                                                                     | 16 |
|              | Överkategoriernas rangordning                                                                                                   | 30 |
|              | Personalgruppernas fördelning på överkategorier                                                                                 | 32 |
|              | Mättnad och uttömbarhet                                                                                                         | 33 |
|              | Relationen arbetsanalys och bestämmelser/föreskrifter                                                                           | 34 |
| KAPITEL IV:  | B e s l u t s f a t t a n d e i n o m f l y g -                                                                                 |    |
|              | k o n t r o l l t j ä n s t e r n a                                                                                             | 38 |
|              | Begreppsbestämning                                                                                                              | 38 |
|              | Analys av civila flygkontrolltjänster                                                                                           | 40 |
| KAPITEL V:   | M i n n e s f u n k t i o n e r i b e s l u t s -                                                                               |    |
|              | f a t t a n d e t i n o m f l y g k o n t r o l l -                                                                             |    |
|              | t j ä n s t e r n a                                                                                                             | 46 |
|              | Dataregistrering och datatyper                                                                                                  | 46 |
|              | Förutsättningar för Hypotes I                                                                                                   | 52 |
|              | Hypotes I                                                                                                                       | 53 |
|              | Förutsättningar för Hypotes II                                                                                                  | 56 |
|              | Hypotes II                                                                                                                      | 59 |



|                                             | Sid |
|---------------------------------------------|-----|
| KAPITEL VI:                                 |     |
| Experimentella studier av                   |     |
| minnesfunktioner                            | 60  |
| Experiment 1                                | 60  |
| Experiment 2                                | 68  |
| Experiment 3                                | 73  |
| Experiment 4                                | 79  |
| Experiment 5                                | 82  |
| Sammanfattning av                           |     |
| experimentella resultat                     | 89  |
| SUMMARY:                                    |     |
| COGNITIVE FUNCTIONS IN AIR TRAFFIC CONTROL: |     |
| SUMMARY AND CONCLUSIONS                     | 91  |
| Referenser                                  | 108 |



## KAPITEL I

### Introduktion

Inför etablerandet av en ny organisation och utbildningsgång vid utbildning av svenska flygledare påtalades från ansvariga myndigheter behovet av en uppdatering av såväl undervisningsmetodik som tidigare utnyttjade urvalsmetoder för antagning av flygledaraspiranter. I detta sammanhang var det därför av ett uttalat intresse att påbörja ett studium av sådana psykologiska variabler, som var yrkesrelaterade och som kunde antas vara av betydelse för såväl utbildning som urval.

I de två typer av undersökningar, som skall redovisas här, har ett inledande studium av för flygledaryrket psykologiskt relevanta variabler påbörjats. Undersökningarna har dessutom varit explorativa i den meningen, att utgångspunkten för hypotesformuleringar ej varit given från början. Syftet har emellertid varit att belysa sådana kognitiva funktioner, som är direkt relaterade till effektiviteten i utförandet av flygkontrolltjänst och som kan antas ha en differentialpsykologisk betydelse. Denna relativt vida formulering av syftet skulle även ge möjlighet att betrakta variabler påverkade av inlärning. En sådan distinktion mellan variablerna var intressant, eftersom framträdande flygledarbeteenden kunde antas vara en produkt av både en viss fundamental förmåga till prestation och en utveckling av denna förmåga till följd av inlärning.

Utbildningsprocessen och den fortsatta yrkesutövningen påverkar genom inlärning och träning sådana variabler, som än av betydelse för yrket. Det kan emellertid vara så, att vare sig utbildning eller yrkesutövning beaktar alla de individegenskaper, som är yrkesmässigt relevanta. I sådana fall är det dessutom sannolikt, att individegenskaper, som man ej har explicit kännedom om, men som är av avgörande betydelse för yrkesutövningen, ej beaktas i utbildningen. Detta har till konsekvens, att dessa egenskaper ej utsättes för en rättmätig systematisk träning eller beaktas på ett adekvat sätt vid bedömning av prestationer.

För att erhålla kunskap om yrkets beteendekrav genomfördes en arbetsanalys av förekommande flygkontrolltjänster. Arbetsanalysen syftesinriktades så, att dessa tjänsters kritiska struktur skulle kunna kartläggas. Med kritisk struktur avses i detta sammanhang alla de beteendekluster, som relativt uppsatta kriterier, är av betydelse för tjänsten i fråga. Av skäl som kommer

att redovisas senare utfördes en fullständig analys av militära flygkontrolltjänster och en partiell analys av civila flygkontrolltjänster.

Till arbetsanalyserna fogades även den framtida verksamhetsram för flygtrafikledningen, som föreslagits i Svensk Flygtrafikledningskommittés betänkande: Flygtrafikledning 1980, System och Organisation, Stockholm 1971. En frågeställning av central betydelse kom härvid i förgrunden: I vilka avseenden kommer framtida omstruktureringar av beteendekrav inom flygkontrolltjänsterna att innebära en förändring i nulägets kritiska beteendekrav? Flygtrafikledningskommittén anger i detta fall inga åtgärder, som innebär en kvalitativ förändring av arbetsmetodiken. Emellertid anges riktlinjer för att öka flygkontrolltjänsternas kapacitet och funktionssäkerhet.

Genom att i ökad grad införa standardiserade in- och utflygningsvägar i större terminalområden i kombination med förbättrad egen navigering anser man sig uppnå en kapacitetsökning i flygkontrolltjänsten. Man anser sig dessutom bl a med stöd av trafikmängdsanalyser, Hydén (1968, 1970), och prognos av den framtida utvecklingen av civilflyget över svenskt territorium, Björkman (1969), kunna begränsa den individuella behandlingen av flygtrafiken genom att införa krav på s k sekundärradar. Behovet av radiokommunikation minskar genom att antalet positionsrapporter och höjdrapporteringar blir färre. De skisserade åtgärderna har emellertid enligt Flygtrafikledningskommittén inte inneburit någon automatisering av flygtrafikledarens egentliga övervaknings- och kontrollfunktioner. Ett rationellt utnyttjande av datorbehandling inom dessa funktioner anses leda till en avlastning i trafikregleringen. Utifrån dessa planerade utvecklingslinjer för svensk flygtrafikledning har arbetsanalysens utfall accepterats som giltigt även för det av Flygtrafikledningskommittén föreslagna organisationsprogrammet.

Av central betydelse för tolkningen av arbetsanalysens data och därmed för preciseringen av hypoteser till den andra undersökning, som redovisas i denna framställning, har varit nuvarande system för utbildning av flygledare. Utbildningen innebär bl a en enhetlig grundutbildning med en uppdelning av eleverna på flygplatser och flygkontrolltjänster i slutet av utbildningen. Varje elev, som antas till utbildningen, skall alltså kunna placeras inom antingen civil eller militär flygtrafikledning och inom vilken som helst av förekommande flygkontrolltjänster. Den integrerade utbildningen kräver därför en urvalsmetodik, som är giltig för samtliga flygkontrolltjänster. Dessutom kräver utbildningen i sig en kartläggning av alla framträdande yrkesrelevanta beteenden för att en systematisk och tillräcklig färdig-

hetsträning skall kunna erbjudas.

Inledningsvis antydde, att målet för undersökningarna var att belysa psykologiska variabler, som var direkt relaterade till flygkontrolltjänsterna. För att erhålla indikeringar på sådana variabler utifrån arbetsanalysens utfall krävdes, att erhållna beteendekluster skulle innehålla någon gemensam beteendetrend. En sådan beteendetrend har utgjort grunden för den hypoteskonstruktion, som empiriskt prövats i undersökning två. Det bör emellertid påpekas, att denna beteendetrend ej utgör den enda grunden för bedömning av betydelsefulla psykologiska variabler. Specifika beteendekluster kan naturligtvis i sig ge anledning till hypotesbildning och prövning av andra relevanta variabler. Emellertid har det varit angeläget att erhålla empiriska data för sådana psykologiska variabler, som kan antas utgöra en förutsättning för att klara av arbetet inom en flygkontrolltjänst. Som kommer att framgå av diskussionerna kring arbetsanalysens utfall, framställdes ett antagande om en strategi för beslutsfattande inom flygkontrolltjänsterna, och denna strategi ansågs omfatta framträdande yrkesrelevanta psykologiska variabler. Dessa prövades sedan i en serie experiment vars utförande även tog hänsyn till användningen av radar.

## KAPITEL II

### Arbetsanalys

#### Begrepp, målsättning och kriterium

Vid planeringen av arbetsanalysen framstod kravet på en målsättningsstyrd analysteknik, d v s endast beteenden av betydelse för att på ett flygsäkerhetsmässigt sätt utföra trafikreglering inom förekommande flygkontrolltjänster skulle registreras. Två frågor kom härvid att vara avgörande för metod- och teknikval:

- 1) Vilken är den explicita innebörden av begreppet "Arbetsanalys" med avseende på undersökningens målsättning?
- 2) Vilket kriterium skall ställas upp för bedömning av beteendenas relevans?

En granskning av litteratur inom arbetsanalysens områden visar, att en undersöknings målsättning bestämmer sättet att definiera begreppet "Arbetsanalys". Definitionen tar sig sedan direkt uttryck i metodval på grund av att olika målsättningar kräver att olika aspekter av interaktionen arbete-arbetare skall beaktas. Grundläggande för begreppsdefinitionerna har varit preciseringsen av begreppet arbete. Med arbete avses här i överensstämmelse med Dunnette (1966, s 69): "Det relativt homogena kluster av arbetsuppgifter, som utföres för att uppnå något betydelsefullt och varaktigt syfte i en organisation." Utifrån denna bestämning av arbete synes det inadekvat att definitionsmässigt isolera begreppen arbete och arbetare. Många forskare inom arbetsanalysens område har begreppsmässigt behandlat arbete och arbetare var för sig, och resultatet har blivit ofullständig information om arbetet och/eller arbetaren. Detta förhållande har påtalats bl a av Westerlund (1950) och Boalt och Westerlund (1953). Av intresse i en arbetsanalys är därför att belysa interaktionen mellan arbete och arbetare och således analysera de beteenden, som arbetaren utnyttjar som svar på arbetskraven. För att i någon mån belysa olika forskares syn på begreppet arbetsanalys skall här nämnas fem begreppsbeskrivningar av vilka de tre första speglar försöket att behandla arbete och arbetare var för sig och de återstående två försöken att behandla arbete och arbetare som en interaktion av arbetskrav och individbeteende.

Om man med Shartle's ögon (Shartle, 1953) betraktar verksamheten "analys av

arbete", så skiljer man mellan arbetsanalys och arbetaranalys. Arbetsanalysen är i hans terminologi en verksamhet, där man söker information om arbetet, medan arbetaranalysen är ett studium av arbetarna med avseende på de karaktäristika, som arbetarna är i besittning av och som är giltiga relativt arbetskraven.

Ghiselli & Brown (1958) använder liksom Shartle termerna arbetsanalys och arbetaranalys. Arbetsanalys är i deras terminologi en metod för beskrivning av hur arbetarna faktiskt utför ett givet arbete och under vilka förhållanden detta sker. Arbetaranalys är, säger författarna:

"En uppräknig av de egenskaper, som en individ bör besitta för att tillräckligt bra kunna utföra ett givet arbete".

Thorndike (1949) använder termerna arbetsbeskrivning och arbetsanalys för en karaktärisering av arbete och arbetare. Arbetsanalysen är enligt Thorndike en undersökning av arbetarkaraktäristika i relation till arbetet.

Ur den terminologi för arbets- och meritvärderingsområdet, som publicerats av Ingeniörsvetenskapsakademin (1959) och Tekniska nomenklaturcentralen (1960), kan man hämta följande definition:

"Arbetsanalys är en systematisk bearbetning av data om innehåll och arbetskrav i en viss arbetsuppgift, deluppgift eller kombination av arbetsuppgifter".

Enligt ovanstående definition är alltså arbetsanalysen en metod för beskrivning av hur arbetarna faktiskt utför arbetsuppgifter och under vilka förhållanden detta sker.

Slutligen skall nämnas den precisering av begreppet arbetsanalys, som givits av Dunnette (1966). Denne har insett svårigheterna i att skilja ett studium av arbetet från ett studium av arbetaren och gör en syntes av arbets- och arbetaranalys enligt följande:

"Arbetsanalys är en definiering av arbetet och en undersökning av vad arbetet kräver i beteende av arbetaren".

Ovanstående beskrivningar av begreppet "Arbetsanalys" har haft betydelse för den begreppsbeskrivning och det metodval, som tillämpats vid arbetsanalys av flygkontrolltjänsterna. Eftersom relationen arbete och arbetare undgår dynamiska förändringar av tillfällig eller varaktig karaktär uppställdes krav på beteendecentrerad analysmetod. Dessa metoder beskriver, som nämnts, arbetet i termer av de beteenden, som är nödvändiga för att

på ett tillfredsställande sätt utföra det. Utifrån följande precisering av begreppet "Arbetsanalys" valdes beteendecentrerad metod:

"Arbetsanalys är en målsättningsstyrd aktivitet för kartläggning av de beteenden, som relativt uppsatta målkriterier klassificeras som signifikanta och som tillsammans utgör arbetets kritiska struktur".

I begreppsbeskrivningen ovan ingår tre begrepp, vilka tillsammans har utgjort den värdenorm, som legat till grund för bedömning av insamlade datas relevans. Begreppen är: Målsättningsstyrd aktivitet, målkriterier och kritisk struktur.

När ett arbete når en viss komplexitetsnivå tenderar målsättningen för arbetet att bli mindre precis och vidare än i ett arbete med lägre komplexitetsnivå. Av största betydelse för en arbetsanalys är då, att såväl undersökningens syfte, som arbetets målsättning fastställs. Detta hänger samman med den ståndpunkt man intar relativt arbetsanalysens omfattning. Shartle (1953) anser att arbetsanalysen skall göras så omfattande som möjligt medan t.ex. Andersson & Nilsson (1966) och Thurstone (1947) menar att man inte behöver alla slags uppgifter vid alla typer av arbetsanalyser utan att en anpassning bör ske efter analysens syfte. Den senare ståndpunkten har accepterats för arbetsanalys av flygkontrolltjänster. De data, som har relevans, bestäms av målkriterier, vilka ingår som del i arbetsanalysens målsättning. Eftersom arbetsanalysen i detta specifika fall syftar till att lämna underlag för hypoteser om psykologiska variabler av betydelse för en flygsäkerhetsmässig trafikreglering har uttrycket "Kritisk struktur" blivit en samlingsterm för kärnan i analysens målsättning. Denna gavs följande formulering:

att genom studium och analys av förekommande flygkontrolltjänster kartlägga de beteenden, som är av betydelse för en flygsäkerhetsmässig trafikreglering och som tillsammans utgör arbetets kritiska struktur.

Målsättningen antyder, att alla beteenden, som relativt uppsatta målkriterier har relevans, utgör arbetets kritiska struktur.

Svårigheten i specificering av målkriterier är i sig inte något unikt för arbetsanalyser, utan hänför sig till problemet att i tillämpad psykologi erhålla en adekvat definiering av utförandenivån för aktiviteter under studie. Denna definiering går i tillämpad psykologi under benämningen "Kriterieproblemet", och har utförligt behandlats av bl.a. Flanagan (1956 a). Denne menar, att det allmänna målet hos en organisations eller individs aktivitet bestämmer huruvida en specifik handling kommer att betraktas som

effektiv eller ineffektiv och även dess relativa betydelse. Sådana mål har vanligtvis tagits för givna, men en närmare granskning visar, att de varken är explicita eller självklara. En vanlig vetenskaplig approach för att fastställa allmänna mål är i detta sammanhang att registrera de handlingar eller operationer som utföres, det underlag som handlingarna baserar sig på, inblandade situationer och resultat eller produktutfall. Flanagan (1956 a) menar, att de flesta diskussioner av dessa problem har varit inadekvata därför att man misslyckats med att klarlägga den centrala betydelsen av syftet med aktiviteten. Han anser vidare, att om inte det centrala syftet eller allmänna målet är definierat, måste alla värderingar av specifika handlingar och produkter bli godtyckliga. Den bästa definitionen av en aktivitet bör inkludera ett minimum av godtyckliga definitioner av generell natur från vilka det specifika lätt kan härledas eller empiriskt bestämmas. Det är i detta sammanhang betydelsefullt att notera, att det enda precisa syftet eller allmänna målet för någon aktivitet aldrig kan bestämmas. Värdeomdömen måste med nödvändighet bli inblandade och valet av det allmänna målet måste därför alltid innehålla ett element av godtycklig definition.

Även om kravet på operationell förankring av kriteriet är helt uttalat, så kan man ej komma ifrån, att det förekommer situationer, då ett specifikt aktivitetsområde ej helt låter sig beskrivas i en målbeteendebeskrivning. Saknas t ex ett yttre kriterium på en situations effekt kan man bli tvungen att godta uppgiftslämnarens egen tillfredsställelse respektive otillfredsställelse med det observerade beteendet. Denna ståndpunkt har bl a intagits av Andersson & Nilsson (1966) i en arbetsanalys av butiksforestandare inom Konsum. Verksamheten flygtrafikledning uppvisar en övergripande målsättning, som saknar ett operationellt förankrat kriterium för detaljerad bedömning av en situations effekt. Målsättningen formuleras enligt följande:

#### Verksamhet med uppgift att

- 1) förebygga kollisioner mellan flygplan inbördes,
- 2) förebygga kollisioner mellan flygplan och hinder på fältområde samt
- 3) främja en välordnad flygtrafik

För att i arbetsanalysen av flygkontrolltjänsterna erhålla målkriteria, som gav möjlighet att bedöma ett beteendes relevans, accepterades beteenderubriker baserade på de centrala beteendeföreskrifter, som gällde för sättet att utföra trafikreglering och som återfanns sammanställda i Bestämmelser för civil luftfart (BCL) och Bestämmelser för militär flygtrafikledning (Befyl).

## KAPITEL III

# Arbetsanalys av militära flygkontrolltjänster

### Val av analysteknik

I föregående kapitel redogjordes för den teoretiska grundsynen på arbetsanalyser. Denna grundsyn har präglat valet av analysteknik. Det torde påpekas, att den analysteknik (Critical incident tekniken), som här valts, endast är en av många analystekniker inom området beteendecentrerad metod, men som relativt undersökningens målsättning täcker kravet på att lämna en kritisk struktur för arbetet.

Critical incident-tekniken är en välkänd teknik inom arbetsanalysområdet, men torde trots detta förtjäna en kortfattad presentation, för att underlätta bedömningen av arbetsanalysens utfall. Ett citat, hämtat ur Flanagans beskrivning "The Critical Incident Technique", Psych Bulletin 1954, 4, 327, belyser teknikens tillämpningsram:

"The critical incident technique consists of a set of procedures for collecting observations of human behavior in such a way as to facilitate their potential usefulness in solving practical problems and developing broad psychological principles. The critical incident technique outlines procedures for collecting observed incidents having special significance and meeting systematically defined criteria".

Tekniken bygger, som framgår av namnet, på att man med något analysförfarande samlar in "Kritiska" händelser från en verksamhet av t ex typ arbete. Med en händelse menas då varje observerbar mänsklig aktivitet, som är tillräckligt komplett i sig själv för att tillåta att slutsatser och prediktioner göres om personen, som utför handlingen. För att vara kritisk måste händelsen dessutom uppträda i en situation där syftet eller avsikten med handlingen verkar klar för den som iakttar den, och där dess konsekvenser är tillräckligt definiterade och inte lämnar någon tvekan om dess effekt. Om man överför det sagda till tillämpbar form för arbetsanalys är händelserna just vad namnet implicerar: Aktuella framträdande händelser av effektivt eller ineffektivt arbetsbeteende. Sådana händelser insamlas vanligen i form av berättelser eller anekdoter. Var och en beskriver (1) vad som var anledningen till händelsen och den position i arbetet i vilken den uppträdde, (2) exakt vad den anställde gjorde som var så effektivt eller ineffektivt, (3) varse-

blivna konsekvenser av det kritiska beteendet och (4) huruvida sådana konsekvenser i själva verket fanns inom kontroll av den anställda. Efter det att ett stort antal händelser har samlats in, kan dessa bli abstraherade i beteendeform och kategoriserade till en sammansatt bild av arbetskrav.

Critical incident tekniken är giltig för både statiska och dynamiska aspekter på arbetet. De anekdotiska beskrivningarna av vad som egentligen hände, eller av vad en anställd egentligen gjorde, riktar uppmärksamheten på situationsbestämda element och även på beteendesätt, som kan vara relativt unika för den person som beskrives. För att ge en beteendebild av arbetet fordras att ett relativt stort antal beteenden samlas in. Några exakta uppgifter om lämpligt antal insamlade beteenden kan inte lämnas, men en mättnadsanalys (se avsnitt mättnad och uttömbarhet) får avgöra när insamlingen kan avbrytas. Den typiska analysen kan alltså omfatta hundra eller flera tusen händelser för att garantera en tillräcklig täckning av hela arbetsbeteendefältet.

Frågan om hur aktualiteten hos insamlade händelser skall bedömas beror på undersökningsteknik och den tidsrymd under vilken undersökningen genomföres. Eftersom critical incident tekniken tillvaratar både statiska och dynamiska aspekter hos arbetet blir nödvändigheten av att avgränsa den tidsrymd för vilken händelserna är relevanta mindre påtaglig än om annan teknik användes. Data från en längre tidsrymd gör det möjligt att ta tillvara fundamentala element i arbetet, element som ej undgått förändring över tid. I data kommer dessutom att förekomma element, som ej har relevans på grund av att en dynamisk och innovativ utveckling av arbetet har skett. Dessa data utgör ingen fara för "mixed" analys, eftersom man sällan får beteendekategorier, som består av enstaka beteenden, och man genom kategorikontroll kan avgöra om data saknar tidsmässig relevans. Kategorikontrollen innebär därför, att enskilda beteenden relevansbestämmer i förhållande till de grupperingskriterier, som ställts upp för respektive beteendekategori.

### Analysstrategi

Arbetsanalysen av militära flygkontrolltjänster planerades utifrån den av Flanagan (1954, s 354) uppdragna strategin för användning av critical incident tekniken. I princip utnyttjades fem steg för arbetsanalysens genomförande.

## 1. Bestämning av aktivitetens allmänna mål

I kapitel 2 behandlades teoretiska synpunkter på den allmänna målsättningen för flygtrafikledning. Denna målsättning tillåter emellertid inte en värdering av de kritiska händelsernas relevans, eftersom ingående kriterier saknar operationell förankring. För att undvika ett ensidigt induktivt kategoriseringsförfarande med subjektiva kriterier mot vilka datarelevansen skulle fastställas, planlades ett undersökningsförfarande med förkategorisering.

Förkategoriseringen har baserat sig på den indelning av flygkontrolltjänsterna på arbetsmoment, som regleras av bestämmelser (Bestämmelser för militär flygtrafikledning, Befyl, och Ordnings- och säkerhetsföreskrifter för militär flygning OSF). De kategorier, som förekommer i förkategoriseringen, är överkategorier i arbetsanalysens sammanställning.

Arbetsanalysen gavs från början en indelning efter typ av flygkontrolltjänst. De olika flygkontrolltjänsterna indelades sedan i kategorier med för varje kategori angivet målkriterium. Ett studium av verksamhet och föreskrifter visade, att fyra kategorier var identiskt lika för samtliga flygkontrolltjänster, varför dessa bildade en separat grupp.

Kategoriindelningen framgår av följande:

- A. Allmänna beteendekategorier för samtliga flygkontrolltjänster
  - I. Delegerar ansvar för kontroll av viss del av kontrollerat luftrum
  - II. Planerar vid ändrade väderförutsättningar
  - III. Kommunicerar
  - IV. Lämnar trafikupplysning
- B. Flygplatskontrolltjänst
  - I. Samordnar
  - II. Överlämnar kontroll av flygplan
  - III. Vidarebefordrar och lämnar färdtillstånd
  - IV. Separerar flygtrafik
  - V. Anpassar trafikflödet efter kontrollmöjligheterna
  - VI. Väljer procedur i samråd med annat flygkontrollorgan
  - VII. Fastställer gällande bana
  - VIII. Reglerar trafik på marken
  - IX. Lämnar starttillstånd
  - X. Reglerar trafiken i trafikvarv

- XI. Lämnar landningstillstånd
- XII. Manövrerar utrullningshinder och trafikljus
- XIII. Inspekterar flygplatsen
- XIV. Använder uppföljningssystem
- XV. Reglerar övrig trafik
- XVI. Övrigt

C. Terminalkontrolltjänst med och utan radar

- I. Samordnar
- II. Överlämnar kontroll av flygplan
- III. Lämnar färdtillstånd
- IV. Separerar flygtrafik
- V. Reglerar trafik vid stort trafikflöde
- VI. Använder tekniska hjälpmedel
- VII. Använder uppföljningssystem
- VIII. Reglerar övrig trafik
- IX. Identifierar flygplan
- X. Överlämnar identifiering av flygplan
- XI. Radarleder flygplan
- XII. Övrigt

D. Inflygningskontrolltjänst med och utan radar

- I. Samordnar
- II. Överlämnar kontroll av flygplan
- III. Lämnar färdtillstånd
- IV. Separerar flygtrafik
- V. Reglerar trafik vid stort trafikflöde
- VI. Använder tekniska hjälpmedel
- VII. Använder uppföljningssystem
- VIII. Reglerar övrig trafik
- IX. Tar emot överlämning av identifiering
- X. Använder olika inflygningsmetoder
- XI. Övrigt

Som framgår av förkategoriseringen förekom sammanlagt 43 kategorier varav tre var av typ övriga för att medge en utökning av överkategorierna i analysens sammanställning om data förekom, som ej kunde hänföras till de i förväg konstruerade kategorierna.

För varje kategori uppställdes ett målkriterium mot vilket en händelses kritiska relevans fastställdes. Målkriteriet gjordes explicit för deltagarna

i analysen, eftersom händelserna samlades in med frågeformulär.

Ett exempel på målkriterium för en kategori skall lämnas:

### C. Terminalkontrolltjänst med och utan radar

III. Lämnar färdtillstånd: Redogör för kritiska händelser som uppstått i samband med att Du lämnat färdtillstånd.

Innebörden av begreppet "Kritisk händelse" gjordes klar för deltagaren i inledningen till frågeformuläret.

### 2. Utveckling av planer och specifikationer för att samla in data (kritiska händelser) från aktuella flygkontrolltjänster

Inför valet av datainsamlingsinstrument uppstod flera frågor kring datas relevans med avseende på det tidsintervall från vilket de skulle hämtas. För att få en täckning i arbetets kritiska struktur av arbetsmoment, som ej förändrats över tid och som således lämnats relativt opåverkade av innovationsprocesser, beslöts, att händelser från förfluten tid fram till analysens genomförande skulle accepteras. Emellertid skedde värdering av händelsernas relevans genom att målkriterier baserade på nu gällande bestämmelser för flygkontrolltjänsterna gjordes explicita för deltagarna i arbetsanalysen. Eftersom en erinran och återgivning av kritiska händelser inom det angivna tidsintervallet med i viss mån flytande undre gräns ansågs tidskrävande, genomfördes datainsamlingen med frågeformulär. Ytterligare ett skäl, som talade för användningen av frågeformulär var, att en påverkan från t ex en intervjuare skulle ha medfört att händelser, som varit på en enligt uppgiftslämnaren tveksam nivå för flygsäkerhet, utesluts eller förvrängts.

### 3. Deltagarpopulationen

För att få en så allsidig belysning av flygkontrolltjänsterna som möjligt kom samtliga personalgrupper inom populationen militära flygtrafikledare att omfattas av undersökningen. Data insamlades således från:

1. Avdelningschefer
2. Vaktföreståndare (motsvarande)
3. Trafikledare.

Inom det militära trafikledningssystemet är det brukligt, att en trafikle-

dare har behörighet för samtliga flygkontrolltjänster, varför samtliga personer inom populationen tillställdes frågeformulär för de tre slagen av tjänster.

Tabell 1. Deltagare i undersökningen

| Personalgrupp     | Behörighet |     |     | Summa |
|-------------------|------------|-----|-----|-------|
|                   | ADC        | TMC | APC |       |
| Avdelningschefer  |            |     |     |       |
| uttagna           | 16         | 12  | 12  |       |
| medverkande       | 7          | 7   | 7   | 7     |
| Vaktföreståndare  |            |     |     |       |
| uttagna           | 16         | 16  | 16  |       |
| medverkande       | 9          | 9   | 9   | 9     |
| Trafikledare      |            |     |     |       |
| uttagna           | 93         | 89  | 89  |       |
| medverkande       | 61         | 61  | 61  | 61    |
| Summa medverkande |            |     |     | 77    |

Genom att driftstörningsrapporterade händelser kom att inkluderas i undersökningen kom deltagarantalet att utökas. Driftstörningsrapporterade händelser är sådana händelser, som föranlett någon form av rapportering eller utredning.

Tabell 2. Deltagare i undersökningen efter kategorisering av driftstörningsrapporterade händelser

| Personalgrupp     | Behörighet |     |     | Summa |
|-------------------|------------|-----|-----|-------|
|                   | ADC        | TMC | APC |       |
| Avdelningschefer  |            |     |     |       |
| uttagna           | 16         | 12  | 12  |       |
| medverkande       | 8          | 8   | 8   | 8     |
| Vaktföreståndare  |            |     |     |       |
| uttagna           | 16         | 16  | 16  |       |
| medverkande       | 13         | 13  | 13  | 13    |
| Trafikledare      |            |     |     |       |
| uttagna           | 93         | 89  | 89  |       |
| medverkande       | 73         | 73  | 73  | 73    |
| Summa medverkande |            |     |     | 94    |

Tabell 1 visar, att samtliga medverkande hade behörighet för de tre flygkontrolltjänsterna. Någon förändring har ej skett i detta avseende sedan de driftstörningsrapporterade händelserna medtagits (Tabell 2). Deltagarantalet var 61 procent enligt tabell 1 men kunde genom redovisat förfarande i tabell 2 ökas till 75 procent. Ett studium av bortfallet visar, att de som inte besvarat formulären till största delen inte varit motiverade för att delta i undersökningen. I några fall har man anført tidsbrist.

#### 4. Datainsamling

Datainsamlingen kom att ske med frågeformulär, ett för varje typ av flygkontrolltjänst och ett för allmänna beteendekategorier. Som tidigare nämnts konstruerades frågeformulären med kategorier och med till varje kategori hörande målkriterium. Deltagarna fick lämna såväl positiva som negativa händelser, och detta är helt i linje med Flanagans (1954) åsikt om beskaffenheten hos insamlade händelser.

Fördelning av insamlade händelser framgår av tabell 3.

Tabell 3. Fördelning av svar på insända frågeformulär och driftstörningsrapporterade händelser

| Personalgrupp    | Antal händelser |       | Svar som ej | Totalt antal svar som |
|------------------|-----------------|-------|-------------|-----------------------|
|                  | pos             | neg   | accepterats | accepterats           |
| Avdelningschefer | 69              | 74    | 9           | 143                   |
| Vaktföreståndare | 44              | 168   | 3           | 212                   |
| Trafikledare     | 102             | 943   | 12          | 1 045                 |
| Totalt           | 215             | 1 185 | 24          | 1 400                 |

De driftstörningsrapporterade händelser, som kategoriserats har uppgått till 138 stycken, och om man reducerar totala antalet rapporterade händelser med de driftstörningsrapporterade återstår 1 262 händelser, som accepterats.

#### Bearbetning och resultat

##### Kategorisering

Efter avslutad datainsamling gjordes en första genomläsning av materialet för att se om några händelser behövde kasseras. Av det insamlade materialet, 1 286 händelser, befanns att 24 måste kasseras av följande orsaker: händelsen

var ofullständigt beskriven eller var ett omdöme, händelsen kunde ej hänföras till någon flygkontrolltjänst. Kategoriseringen kom sedan att omfatta endast underkategorier, eftersom överkategorierna utgjordes av förkategoriseringens kategorier.

Efter denna första genomgång av händelserna plockades 225 händelser bort för en separat analys. Därefter vidtogs en systematisk analys av återstående händelser. De händelser, som var mycket lika till sin karaktär, fördes ihop i grupper, som bildade beteenden. Dessa beteenden gavs en slutlig terminologisk beskaffenhet och kallas i fortsättningen för underkategorier eller beteendekluster. Den senare benämningen avser en samling av besläktade beteenden samlade under en gemensam beteendebeteckning. Inom varje huvudkategori skrevs beteenderubrikerna ut på kort, vilka sorterades i underkategorier, som nämnts ovan. Underkategorierna blev till antalet 204. Det har vid kategoriseringen varit möjligt att i de flesta fall sammanföra positiva och negativa beteenden till gemensamma underkategorier. I endast åtta av de 78 underkategorier, där positiva händelser ingår, har underkategorierna bestått av enbart positiva händelser. De 204 underkategorierna har alltså genom förkategoriseringen sammanförts till 43 överkategorier och fyra huvudområden. Huvudområdena utgöres av flygkontrolltjänsterna och ett allmänt beteendeområde.

#### Händelsernas fördelning på uppgiftslämnare och huvudområden

I tabell 4 och 5 lämnas en sammanställning av de klassificerade händelserna fördelade på uppgiftslämnare och typ av huvudområde.

Tabell 4. Antalet klassificerade händelser fördelade på personalgrupp och typ av huvudområde

| Personalgrupp    | Allmän |     | ADC |     | TMC |     | APC |     | Totalt |      |
|------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------|
|                  | pos    | neg | pos | neg | pos | neg | pos | neg | pos    | neg  |
| Avdelningschefer | 3      | 9   | 28  | 23  | 22  | 31  | 16  | 11  | 69     | 74   |
| Vaktföreståndare | 1      | 7   | 13  | 52  | 20  | 78  | 10  | 31  | 44     | 168  |
| Trafikledare     | 23     | 140 | 49  | 388 | 22  | 262 | 8   | 153 | 102    | 943  |
| Totalt           | 27     | 156 | 90  | 463 | 64  | 371 | 34  | 195 | 215    | 1185 |

Av tabell 4 framgår att antalet negativa händelser väsentligt överstiger antalet positiva händelser. Förhållandet är dock inte så markant för personalgruppen avdelningschefer.

Tabell 5. Händelsernas procentuella fördelning på typ av huvudområde

| Personal-<br>grupp | Positiva |      |      |      | Negativa |      |      |      | Totalt |      |      |      |
|--------------------|----------|------|------|------|----------|------|------|------|--------|------|------|------|
|                    | Allm     | ADC  | TMC  | APC  | Allm     | ADC  | TMC  | APC  | Allm   | ADC  | TMC  | APC  |
| *Avdch             | 4,4      | 40,6 | 31,9 | 23,1 | 12,2     | 31,0 | 41,9 | 14,9 | 8,4    | 35,7 | 37,0 | 18,9 |
| *VF                | 2,3      | 29,6 | 45,5 | 22,6 | 4,2      | 31,0 | 46,5 | 18,3 | 3,8    | 30,6 | 46,2 | 19,4 |
| *TL                | 22,6     | 48,0 | 21,6 | 7,8  | 14,8     | 41,2 | 22,8 | 16,2 | 15,6   | 41,8 | 27,2 | 15,4 |

\* Avdch = avdelningschefer

VF = vaktföreståndare

TL = trafikledare

Tabell 5 visar hur de olika personalgrupperna fördelat sina händelser; dels fördelning av positiva händelser över huvudgrupper och dels en motsvarande fördelning av negativa händelser. En jämförelse mellan personalgrupperna visar en relativt god överensstämmelse mellan avdelningschefer och vaktföreståndare medan en förskjutning av antalet händelser för trafikledarnas del har skett till allmän kategori och flygplatskontrolltjänst (ADC). Förskjutningen har skett på bekostnad av terminalkontrolltjänst (TMC) relativt de andra personalgrupperna medan fördelningen av händelser på inflygningskontrolltjänsten är likartad.

Tabell 6. Händelsernas procentuella fördelning på personalkategorier

| Personalgrupp    | Allmän |      | ADC  |      | TMC  |      | APC  |      | Totalt |      |
|------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
|                  | pos    | neg  | pos  | neg  | pos  | neg  | pos  | neg  | pos    | neg  |
| Avdelningschefer | 1,1    | 5,8  | 31,2 | 5,0  | 34,4 | 8,4  | 47,0 | 5,6  | 32,1   | 6,2  |
| Vaktföreståndare | 0,4    | 4,5  | 14,5 | 11,2 | 31,2 | 21,0 | 29,4 | 15,9 | 20,4   | 14,2 |
| Trafikledare     | 98,5   | 89,7 | 54,3 | 83,8 | 34,4 | 70,6 | 23,6 | 78,5 | 47,5   | 79,6 |

Av tabell 6 framgår händelsernas procentuella fördelning på personalkategorier. Det mest markanta här är, att avdelningscheferna, som representerar en mycket liten grupp relativt trafikledarna, står för en tredjedel av alla lämnade positiva händelser.

### Klassificering av händelser

En sammanfattande bild av arbetsanalysen lämnas i tabell 7. Tabellen visar fördelning på huvudområden, överkategorier och underkategorier. Kategorierna har i de flesta fall givits en positiv formulering, men i de fall, då ett visst beteendekluster har en avgjort negativ effekt, har den negativa formuleringen bibehållits.

Innan tabellen presenteras, skall ett påpekande om likheten mellan överkategorierna göras. Om man studerar förkategoriseringen finner man, att flertalet av överkategorierna har sin exakta motsvarighet inom tre av huvudområdena nämligen flygkontrolltjänsterna. Detta är ingen tillfällighet, eftersom arbetet inom flygkontrolltjänsterna genom bestämmelser indelats i funktioner, som målkriteriemässigt är lika. Detta tillåter, som senare skall visas, en sammanslagning av överkategorier från de olika flygkontrolltjänsterna till en sammanfattande bild av vissa funktioner och med en skattad relativ betydelse för kategorierna. Av detta skäl redovisas i tabell 7 även de relativa frekvenserna för samtliga kategorier beräknade på totala antalet insamlade positiva respektive negativa händelser.

Tabell 7. Antalet händelser i kategorier och överkategorier, i procent av totala antalet positiva resp negativa händelser

A. Allmänna beteendekategorier för samtliga flygkontrolltjänster

|     |                                                                                                            | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|     |                                                                                                            | pos              | neg | pos       | neg |
| I.  | Delegerar ansvar för kontroll av viss del av kontrollerat luftrum                                          | -                | 14  | -         | 1,2 |
|     | 1. Ger direktiv om tidpunkt för delegerat ansvars början                                                   | -                | 4   | -         | 0,3 |
|     | 2. Kontrollerar att ansvarstagande organ uppfattat delegerat områdes gränser                               | -                | 7   | -         | 0,6 |
|     | 3. Kontrollerar att delegerat ansvar upphört                                                               | -                | 3   | -         | 0,2 |
| II. | Planerar vid ändrade väderförutsättningar                                                                  | 12               | 34  | 5,6       | 2,1 |
|     | 1. Rapporterar uppgifter om ändringar i vädret till meteorolog                                             | 2                | 6   | 0,9       | 0,5 |
|     | 2. Planerar övergång till annan procedur                                                                   | 4                | 3   | 1,9       | 0,8 |
|     | 3. Ger ej tillstånd för planē till lägre höjd än den för proceduren fastställda                            | -                | 4   | -         | 0,3 |
|     | 4. Avbryter inflygningar vid angöringspunkt                                                                | 3                | 4   | 1,4       | 0,3 |
|     | 5. Kontrollerar möjligheterna till visuell platshållning innan tillstånd ges till avancerad flygning i TMA | -                | 5   | -         | 0,4 |

|                                                                                               | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|                                                                                               | pos              | neg | pos       | neg |
| 6. Meddelar flygförare, som färdplanerat VFR, övergång till speciell-VFR                      | 3                | -   | 1,4       | -   |
| 7. Kontrollerar att egennavigering kan ske vid speciell-VFR med flygförare från annat förband | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 8. Lämnar ej färdtillstånd enligt färdplan då väderförutsättningarna ändrats                  | -                | 4   | -         | 0,3 |
| 9. Planerar trafikregleringen med hänsyn till rapporterad isbildningsrisk                     | -                | 5   | -         | 0,4 |
| III. Kommuniserar                                                                             | 10               | 93  | 4,7       | 7,9 |
| 1. Använder anropssignal vid svar på förfrågan                                                | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 2. Blandar ej taktiska och fredsmässiga anropssignaler för ett och samma flygplan             | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 3. Använder ej enbart ordet "Ja" som svar på förfrågan                                        | -                | 12  | -         | 1,0 |
| 4. Använder standardfraseologi i standardsituationer                                          | -                | 7   | -         | 0,6 |
| 5. Använder ej tvetydiga termer i unika situationer                                           | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 6. Är noggrann med frasvalet där flera anrop skall besvaras                                   | 2                | 5   | 0,9       | 0,4 |
| 7. Ger gräns för utkörning i samband med utkörning till start                                 | -                | 5   | -         | 0,4 |
| 8. Ger direktiv vid direkt ingång i trafikvarvet efter pådrag, omdrag eller start             | 3                | 4   | 1,4       | 0,3 |
| 9. Lämnar färdtillstånd enligt standardförfarande                                             | -                | 7   | -         | 0,6 |
| 10. Använder standardtermer vid kommunikering med annat flygkontrollorgan                     | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 11. Använder standardfraseologi vid kommunikation med basradio                                | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 12. Accepterar ej utan kontroll tvetydiga direktiv                                            | 3                | 5   | 1,4       | 0,4 |
| 13. Lämnar avpassade informationsmängder vid varje kommunikationstillfälle                    | 2                | 6   | 0,9       | 0,5 |
| 14. Talar tydligt                                                                             | -                | 4   | -         | 0,3 |
| 15. Låter ej trafikmängden påverka talhastigheten                                             | -                | 6   | -         | 0,5 |

|                                                                                                  | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|                                                                                                  | pos              | neg | pos       | neg |
| IV. Lämnar trafikupplysning                                                                      | 5                | 15  | 2,3       | 1,3 |
| 1. Kontrollerar informationsinnehållet innan trafikupplysning lämnas                             | 2                | 6   | 0,9       | 0,5 |
| 2. Anger ett flygplans läge på basis av en aktuell lägeskontroll                                 | -                | 4   | -         | 0,3 |
| 3. Lämnar trafikupplysning till flygplan i trafikvarv                                            | 3                | 5   | 1,4       | 0,4 |
| B. Flygplatskontrolltjänst                                                                       |                  |     |           |     |
| V. Samordnar                                                                                     | 4                | 34  | 1,9       | 2,9 |
| 1. Begär tillstånd av TMC/APC att få utföra inflygningar från flera håll samtidigt i kontrollzon | -                | 4   | -         | 0,3 |
| 2. Anger i begäran om färdtillstånd ifall annan bana än gällande bana användes för start         | -                | 5   | -         | 0,4 |
| 3. Meddelar TMC/APC om omdrag och ingång i trafikvarv                                            | -                | 9   | -         | 0,8 |
| 4. Meddelar TMC/APC om avbruten start                                                            | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 5. Begär tillstånd av TMC/APC för speciell VFR                                                   | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 6. Begär färdtillstånd för avbruten inflygning                                                   | 4                | 2   | 1,9       | 0,1 |
| VI. Överlämnar kontroll av flygplan                                                              | 3                | 11  | 1,4       | 0,9 |
| 1. Bestämmer i samråd med TMC/APC överlämningspunkter                                            | 3                | 5   | 1,4       | 0,4 |
| 2. Kontrollerar att överlämning skett                                                            | -                | 6   | -         | 0,5 |
| VII. Vidarebefordrar och lämnar färdtillstånd                                                    | 24               | 35  | 11,2      | 3,1 |
| 1. Vidarebefordrar uppgifter i fastställd form                                                   | -                | 7   | -         | 0,6 |
| 2. Kontrollerar att förare i flygplan erhåller data korrekt återgivna från stripp                | 2                | 4   | 0,9       | 0,3 |
| 3. Meddelar TMC misstanke om orimligt färdtillstånd                                              | 8                | 2   | 3,7       | 0,1 |

|                                                                                                                              | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|                                                                                                                              | pos              | neg | pos       | neg |
| 4. Meddelar TMC visuella iakttagelser som tyder på att flygplan avviker från givet färdtillstånd                             | 4                | -   | 1,9       | -   |
| 5. Kontrollerar innehållet i tillbakalästa färdtillstånd                                                                     | 3                | 7   | 1,4       | 0,6 |
| 6. Lämnar gräns för färdtillstånd vid utkörning till start                                                                   | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 7. Kontrollerar att färdtillstånd som lämnas under utkörning ej tolkas som starttillstånd                                    | 4                | 3   | 1,9       | 0,2 |
| 8. Kontrollerar att uppgifterna i färdtillstånd grundar sig på uppgifter om för flygningen aktuell trafik                    | 3                | 6   | 1,4       | 0,5 |
| VIII. Separerar flygtrafik                                                                                                   | 8                | 34  | 3,7       | 2,9 |
| 1. Beslutar om standardseparation då flygförare förlorat kontakt med framförvarande och trafikledaren är tveksam om position | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 2. Har kontinuerlig uppföljning av flygplan som svänger mot baslinje eller final                                             | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 3. Kontrollerar att insvängning mot final kan ske då samtidig instrumentinflygning pågår                                     | 5                | 5   | 2,3       | 0,4 |
| 4. Tillser att separation finnes vid ingång i trafikvarv                                                                     | -                | 1   | -         | 0,1 |
| 5. Tillåter ej reduktion av separation förrän visuell kontakt erhållits eller flygförare har kontakt med framförvarande      | -                | 9   | -         | 0,8 |
| 6. Kontrollerar att godkänd separation finns mellan olika trafikvarv                                                         | -                | 1   | -         | 0,1 |
| 7. Tar hänsyn till skillnader i fartprestanda mellan olika flygplanstyper                                                    | 3                | 4   | 1,4       | 0,3 |
| IX. Anpassar trafikflödet efter kontrollmöjligheter                                                                          | 6                | 27  | 2,8       | 2,3 |
| 1. Accepterar ej mer trafik samtidigt i trafikvarv än att fullständig kontroll över trafiken erhålles                        | 3                | 11  | 1,4       | 0,9 |
| 2. Accepterar ej passager på trafikvarvshöjd vid stor trafikbelastning                                                       | -                | 4   | -         | 0,3 |

|                                                                                                                 |                                                      | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|                                                                                                                 |                                                      | pos              | neg | pos       | neg |
| 3. Accepterar övning i instrumentinflygning vid stor mängd flygplatstrafik                                      |                                                      | 3                | 8   | 1,4       | 0,7 |
| 4. Lämnar tillstånd till landning på korsande banor vid stor mängd flygplatstrafik                              |                                                      | 4                | 1   | 0,3       |     |
| X.                                                                                                              | Väljer procedur i samråd med annat flygkontrollorgan |                  | 8   | 0,7       |     |
| 1. Lämnar tillstånd till instrumentinflygningar på kontrakurs till gällande bana                                |                                                      | -                | 8   | -         | 0,7 |
| XI.                                                                                                             | Fastställer gällande bana                            | 7                | 14  | 3,3       | 1,2 |
| 1. Planerar byte av gällande bana på grund av ändrade vindförhållanden, solens läge och risk för fågelkollision |                                                      | 2                | 3   | 0,9       | 0,2 |
| 2. Planerar byte av gällande bana på grund av ändrade bromsvärden                                               |                                                      | 2                | -   | 0,9       | -   |
| 3. Fastställer olika gällande (korsande) banor för start och landning                                           |                                                      | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 4. Planerar byte av gällande bana i samråd med TMC/APC                                                          |                                                      | 1                | 5   | 0,5       | 0,4 |
| 5. Fastställer om möjligt annan gällande bana vid haveri på banan                                               |                                                      | 2                | -   | 0,9       | -   |
| XII.                                                                                                            | Reglerar trafik på marken                            | 4                | 54  | 1,9       | 4,6 |
| 1. Ger direktiv om hur korsning av bana skall ske                                                               |                                                      | 2                | 6   | 0,9       | 0,5 |
| 2. Kontrollerar att förbindelse kan upprättas med personal som skall vistas på bana                             |                                                      | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 3. Kontrollerar att personal med tillstånd att vistas på eller i närheten av bana följer givna direktiv         |                                                      | -                | 4   | -         | 0,3 |
| 4. Ger direktiv om hur förbindelse skall upprättas med personal som saknar basradio                             |                                                      | 2                | 4   | 0,9       | 0,3 |
| 5. Använder radioterminologi vid kommunikation med basradio                                                     |                                                      | -                | 4   | -         | 0,3 |
| 6. Markerar trafik på fältet i uppföljningssystemet                                                             |                                                      | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 7. Kontrollerar att personal och fordon lämnar bansystemet på överenskomna signaler                             |                                                      | -                | 7   | -         | 0,6 |

|                                                                                                            | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|                                                                                                            | pos              | neg | pos       | neg |
| 8. Kontrollerar att konfliktrisk ej föreligger mellan in och utkörande flygplan                            | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 9. Ger tillstånd att utföra arbeten på eller i närheten av bansystemet under pågående flygning             | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 10. Kontrollerar att endast behörig personal ges tillstånd att vistas på fältet                            | -                | 7   | -         | 0,7 |
| XIII. Lämnar starttillstånd                                                                                | 7                | 60  | 3,3       | 5,1 |
| 1. Lämnar ej starttillstånd förrän banan är fri från personal och fordon                                   | 2                | 6   | 0,9       | 0,5 |
| 2. Lämnar ej starttillstånd innan färdtillstånd inhämtats och lämnats                                      | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 3. Kontrollerar att starttillstånd ej ges samtidigt på korsande banor                                      | -                | 8   | -         | 0,7 |
| 4. Kontrollerar att start- och landningstillstånd på korsande banor ej ges så att konflikt-risk föreligger | -                | 7   | -         | 0,6 |
| 5. Prioriterar landande flygplan                                                                           | 2                | 4   | 0,9       | 0,3 |
| 6. Kontrollerar att bromsskärmar på banan ej utgör hinder för start                                        | -                | 9   | -         | 0,8 |
| 7. Kontrollerar att starttillstånd kan ges då inflygning sker på kontrakurs                                | 3                | 8   | 1,4       | 0,7 |
| 8. Lämnar starttillstånd då banan är fri från flygplan som landat                                          | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 9. Kontrollerar att banan är fri från fåglar                                                               | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 10. Kontrollerar att erforderlig separation föreligger till instrumentinflygande flygplan                  | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 11. Lämnar färdtillstånd innan starttillstånd till flygplan i tillämpningsövning                           | -                | 3   | -         | 0,2 |

|      |                                                                                                               | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|      |                                                                                                               | pos              | neg | pos       | neg |
| XIV. | Reglerar trafiken i trafikvarv                                                                                | 5                | 62  | 2,3       | 5,2 |
|      | 1. Lämnar turordning                                                                                          | -                | 11  | -         | 0,9 |
|      | 2. Kontrollerar vid reducerad separation att ögonkontakt upprättats mellan förare                             | -                | 13  | -         | 1,1 |
|      | 3. Prioriterar flygplan då skäl föreligger                                                                    | 2                | 1   | 0,9       | 0,1 |
|      | 4. Kontrollerar att konflikt ej uppstår mellan flygplan på baslinje och instrumentinflygande flygplan         | 3                | 15  | 1,4       | 1,2 |
|      | 5. Kontrollerar att propellerflygplan med turordning före jetflygplan hinner landa med erforderlig separation | -                | 6   | -         | 0,5 |
|      | 6. Kontrollerar att direkt ingång i trafikvarv kan ske efter omdrag                                           | -                | 4   | -         | 0,3 |
|      | 7. Ger tillstånd till olika samtidiga former av trafikvarv                                                    | -                | 12  | -         | 1,0 |
| XV.  | Lämnar landningstillstånd                                                                                     | 4                | 22  | 1,9       | 1,9 |
|      | 1. Kontrollerar att banan är fri från personal och fordon                                                     | 2                | 3   | 0,9       | 0,2 |
|      | 2. Lämnar ej samtidigt landningstillstånd och tillstånd till korsning av banan med fordon                     | -                | 9   | -         | 0,8 |
|      | 3. Lämnar landningstillstånd enligt turordning                                                                | -                | 3   | -         | 0,2 |
|      | 4. Kontrollerar att flygplan med landningstillstånd befinner sig för inflygning till rätt bana                | 2                | -   | 0,9       | -   |
|      | 5. Lämnar uppgift om ändringar i vindstyrka och vindriktning                                                  | -                | 4   | -         | 0,3 |
|      | 6. Kontrollerar att bromsskärmar på banan ej utgör hinder för landning                                        | -                | 3   | -         | 0,2 |
| XVI. | Manövrerar utrullningshinder och trafikljus                                                                   | 2                | 32  | 0,9       | 2,7 |
|      | 1. Reser utrullningshinder vid landning och vid start                                                         | -                | 11  | -         | 0,9 |
|      | 2. Fäller utrullningshinder vid landning på kontrabana                                                        | -                | 9   | -         | 0,8 |
|      | 3. Kontrollerar att utrullningshinder rests eller fällts efter det att manövrer härför gjorts                 | 2                | 4   | 0,9       | 0,3 |
|      | 4. Tänder och släcker trafikljus                                                                              | -                | 8   | -         | 0,7 |

|                                                                                                   | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|                                                                                                   | pos              | neg | pos       | neg |
| XVII. Inspekterar flygplatsen                                                                     | 5                | 10  | 2,3       | 0,8 |
| 1. Utför inspektion av hela bansystemet och av stråk                                              | 3                | 2   | 1,4       | 0,1 |
| 2. Ger order om mätning av bromsverkan, då ändrade förhållanden indikerats från flera flygplan    | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 3. Markerar obrukbara delar av fältet                                                             | 2                | -   | 0,9       | 0,9 |
| 4. Ger order om sopning av bansystemet eller delar därav då indikering på nedsmutsning föreligger | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 5. Meddelar flygförare om obrukbara delar av bansystemet och stråk                                | -                | 2   | -         | 0,1 |
| XVIII. Använder uppföljningssystem                                                                | 6                | 45  | 2,8       | 3,8 |
| 1. Markerar endast ett flygplan på varje stripp                                                   | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 2. Placerar stripparna i rätt ordning                                                             | -                | 14  | -         | 1,2 |
| 3. Skriver ned färdtillstånd på stripparna                                                        | -                | 9   | -         | 0,8 |
| 4. Skriver ned informationen från och direktiv till förare i fastställd form                      | 3                | 4   | 1,4       | 0,3 |
| 5. Kontrollerar att markering sker på rätt stripp                                                 | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 6. Följer upp marktrafiken med uppföljningssystem                                                 | 1                | 3   | 0,5       | 0,2 |
| 7. Kollationerar uppgifter till förare mot registrerade uppgifter om övrig kontrollerad trafik    | 2                | 6   | 0,9       | 0,5 |
| XIV. Reglerar övrig trafik                                                                        | 5                | 15  | 2,3       | 1,3 |
| 1. Kontrollerar att passager av kontrollzon ej utgör konflikt med flygplatstrafik                 | 2                | 1   | 0,9       | 0,1 |
| 2. Lämnar tillstånd till bedömningslandning på basis av övrig trafikmängd                         | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 3. Lämnar tillstånd till övning i start och landning på basis av övrig trafik                     | 3                | 8   | 1,4       | 0,7 |

|      |                                                                                                                               | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|      |                                                                                                                               | pos              | neg | pos       | neg |
| C.   | Terminalkontrolltjänst med och utan radar                                                                                     |                  |     |           |     |
| I.   | Samordnar                                                                                                                     | 5                | 27  | 2,3       | 2,9 |
|      | 1. Samordnar trafik innan överlämning av kontroll                                                                             | -                | 8   | -         | 0,7 |
|      | 2. Samordnar passager genom utlånad del av kontrollerat luftrum                                                               | -                | 4   | -         | 0,3 |
|      | 3. Samordnar i tid                                                                                                            | 2                | -   | 0,9       | -   |
|      | 4. Samordnar trafik som berör annat kontrollerat luftrum                                                                      | -                | 5   | -         | 0,4 |
|      | 5. Kontrollerar vid samordning med civil flygkontrollorgan om tidsuppgifter är uttryckta i GMT eller LMT                      | -                | 1   | -         | 0,1 |
|      | 6. Samordnar ankommande trafik med APC/ADC                                                                                    | 3                | 9   | 1,4       | 0,8 |
| II.  | Överlämnar kontroll av flygplan                                                                                               | 3                | 16  | 1,4       | 1,4 |
|      | 1. Överlämnar kontroll av flygplan vid avtalad överlämningspunkt                                                              | -                | 6   | -         | 0,5 |
|      | 2. Kontrollerar att flygplans läge, kurs och höjd överensstämmer med villkoren för överlämning av kontroll                    | 3                | 8   | 1,4       | 0,7 |
|      | 3. Kontrollerar att rätt flygplan överlämnas                                                                                  | -                | 2   | -         | 0,1 |
| III. | Lämnar färdtillstånd                                                                                                          | 17               | 52  | 7,9       | 4,4 |
|      | 1. Baserar innehållet i färdtillstånd på uppgifter om all trafik under kontroll                                               | 11               | 19  | 5,1       | 1,6 |
|      | 2. Kontrollerar att färdtillstånd ej ges genom höjder och områden som är blockerade                                           | -                | 9   | -         | 0,8 |
|      | 3. Kontrollerar att förare följer givna färdtillstånd                                                                         | 4                | 2   | 1,9       | 0,1 |
|      | 4. Inhämtar färdtillstånd innan flygning in i annat kontrollerat luftrum                                                      | 1                | 3   | 0,5       | 0,7 |
|      | 5. Kontrollerar att avvikelser från givet färdtillstånd i kurs och höjd sker först sedan annat kontrollerat luftrum passerats | -                | 2   | -         | 0,1 |
|      | 6. Lämnar färdtillstånd som underlättar överlämning av kontroll                                                               | -                | 16  | -         | 1,4 |

|     |                                                                                                                | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|     |                                                                                                                | pos              | neg | pos       | neg |
|     | 7. Kontrollerar att färdtillstånd för stigning i grupp innebär fria kurser vid förlorad kontakt inom förbandet | 1                | 1   | 0,5       | 0,1 |
| IV. | Separerar flygtrafik                                                                                           | 6                | 85  | 2,8       | 7,2 |
|     | 1. Baserar separation mellan flygplan på värden för normalseparation                                           | 2                | 6   | 0,9       | 0,5 |
|     | 2. Bestämmer separation med hänsyn till flygplanens relativa hastigheter                                       | -                | 18  | -         | 1,5 |
|     | 3. Beaktar avståndsminskning vid fartreducering                                                                | -                | 13  | -         | 1,1 |
|     | 4. Beräknar höjdseparation vid olika höjdmätarinställningar                                                    | 2                | 1   | 0,9       | 0,1 |
|     | 5. Använder fastställda fördröjningsmetoder vid uttagande av längdseparation (dock ej 360°-sväng i moln)       | -                | 6   | -         | 0,5 |
|     | 6. Tilldelar flygplan kontrollerade fria höjder                                                                | -                | 17  | -         | 1,4 |
|     | 7. Kontrollerar att föreskriven separation föreligger till det kontrollerade luftrumets gränser                | 2                | 1   | 0,9       | 0,1 |
|     | 8. Kontrollerar att föreskriven separation föreligger mellan olika stigkurser                                  | -                | 6   | -         | 0,5 |
|     | 9. Kontrollerar att godkänd separation föreligger vid inpassering i TMA                                        | -                | 17  | -         | 1,4 |
| V.  | Reglerar trafik vid stort trafikflöde                                                                          | 5                | 37  | 2,3       | 3,1 |
|     | 1. Läger flygplan i väntläge då egen eller procedurs kapacitetsgräns bedömts uppnådd                           | 3                | 17  | 1,4       | 1,4 |
|     | 2. Använder procedur med största trafikavvecklingskapacitet                                                    | 2                | 1   | 0,9       | 0,1 |
|     | 3. Accepterar ej mer samtidig trafik än att samordning kan ske                                                 | -                | 4   | -         | 0,3 |
|     | 4. Beaktar trafikavvecklingsmöjligheterna hos APC/ADC                                                          | -                | 6   | -         | 0,5 |
|     | 5. Lämnar ej tillstånd till övning i instrumentinflygning vid stor mängd övrig trafik                          | -                | 9   | -         | 0,8 |

|       |                                                                                    | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|       |                                                                                    | pos              | neg | pos       | neg |
| VI.   | Använder tekniska hjälpmedel                                                       | 5                | 44  | 2,3       | 3,7 |
|       | 1. Kontrollerar synkronisering av pejl där sådant förfarande krävs                 | -                | 2   | -         | 0,1 |
|       | 2. Lämnar QDM och QTE                                                              | -                | 13  | -         | 1,1 |
|       | 3. Kontrollerar platstagning på pejl                                               | -                | 9   | -         | 0,8 |
|       | 4. Planerar användning av radar med hänsyn till vädrets inverkan                   | 2                | 3   | 0,9       | 0,2 |
|       | 5. Kontrollerar inställning av radarbild                                           | -                | 6   | -         | 0,5 |
|       | 6. Kontrollerar radarbildens orientering                                           | -                | 4   | -         | 0,3 |
|       | 7. Använder interfon och snabbtelefon                                              | 3                | 7   | 1,4       | 0,6 |
| VII.  | Använder uppföljningssystem                                                        | 2                | 26  | 0,9       | 2,2 |
|       | 1. Placerar strippar i rätt ordning                                                | -                | 8   | -         | 0,7 |
|       | 2. Använder fastställda markeringar på strippar                                    | 2                | 3   | 0,9       | 0,2 |
|       | 3. Kontrollerar att markering sker på rätt stripp                                  | -                | 6   | -         | 0,5 |
|       | 4. Skriver ned färdtillstånd på stripp                                             | -                | 9   | -         | 0,8 |
| VIII. | Reglerar övrig trafik                                                              | 2                | 21  | 0,9       | 1,8 |
|       | 1. Ger tillstånd till passage av TMA på höjd som ej påverkar flygplan i procedur   | -                | 8   | -         | 0,7 |
|       | 2. Beaktar möjligheterna till passage genom normala ut- och inflygningsriktningar  | -                | 7   | -         | 0,6 |
|       | 3. Beaktar passerande flygplans höjdmätarinställning                               | 2                | -   | 0,9       | -   |
|       | 4. Ger tillstånd till olika former av övningsinflygningar efter samråd med APC/ADC | -                | 6   | -         | 0,5 |
| IX.   | Identifierar flygplan                                                              | 12               | 29  | 5,6       | 2,5 |
|       | 1. Använder fullständig identifieringsmetod                                        | -                | 5   | -         | 0,4 |
|       | 2. Identifierar med pejl                                                           | -                | 12  | -         | 1,0 |
|       | 3. Utför förnyad identifiering vid tveksamhet om identitet                         | 3                | 4   | 1,4       | 0,3 |
|       | 4. Utnyttjar identifieringssväng för ledning mot fördelaktigaste läge i procedur   | 6                | -   | 2,8       | -   |

|     |                                                                                           | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|     |                                                                                           | pos              | neg | pos       | neg |
|     | 5. Meddelar förare då identifiering upphört                                               | 3                | 2   | 1,4       | 0,1 |
|     | 6. Ger ej order om planē under pågående identifiering                                     | -                | 6   | -         | 0,5 |
| X.  | Överlämnar identifiering av flygplan                                                      | 2                | 18  | 0,9       | 1,5 |
|     | 1. Använder fastställda överlämningsmetoder                                               | 2                | 5   | 0,9       | 0,4 |
|     | 2. Kontrollerar vid utpekning av radareko att mottagaren observerar rätt radareko         | -                | 6   | -         | 0,5 |
|     | 3. Överlämning av identifiering till PAR med PAR-stationen i PAR-läge                     | -                | 7   | -         | 0,6 |
| XI. | Radarleder flygplan                                                                       | 3                | 7   | 1,4       | 1,3 |
|     | 1. Beräknar sväng till inkurs utifrån uppgifter om flyghöjd                               | -                | 7   | -         | 0,6 |
|     | 2. Ger få kurskorrektioner                                                                | 3                | 4   | 1,4       | 0,3 |
|     | 3. Meddelar förare när radarledning upphör                                                | -                | 5   | -         | 0,4 |
| D.  | Inflygningskontrolltjänst med och utan radar                                              |                  |     |           |     |
| I.  | Samordnar                                                                                 | 9                | 28  | 4,2       | 2,4 |
|     | 1. Samordnar avbrutna inflygningar med TMC                                                | -                | 2   | -         | 0,1 |
|     | 2. Fastställer överlämningspunkter för ankommande trafik i samråd med ADC                 | -                | 3   | -         | 0,2 |
|     | 3. Kontrollerar att landningstillstånd erhållits från ADC innan sådant lämnas till förare | -                | 3   | -         | 0,2 |
|     | 4. Samordnar med ADC avbrutna inflygningar som berör kontrollzon                          | -                | 4   | -         | 0,3 |
|     | 5. Fastställer ansvarsområde i samråd med TMC                                             | 3                | 6   | 1,4       | 0,5 |
|     | 6. Meddelar flygplans läge i procedur (fastställda punkter eller avstånd) till ADC        | 1                | 4   | 0,5       | 0,3 |
|     | 7. Meddelar ADC ändrad turordning till följd av prioritering av viss trafik               | -                | 6   | -         | 0,5 |
|     | 8. Meddelar ADC om nödflygningar                                                          | 3                | -   | 1,4       | -   |

|      |                                                                                                                                              | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|      |                                                                                                                                              | pos              | neg | pos       | neg |
| II.  | Överlämnar kontroll av flygplan                                                                                                              | -                | 15  | -         | 1,3 |
| 1.   | Överlämnar kontroll av flygplan vid avtalad överlämningspunkt                                                                                | -                | 6   | -         | 0,5 |
| 2.   | Kontrollerar att överlämnad radioförbindelse ej uppfattas som överlämning av kontroll                                                        | -                | 9   | -         | 0,8 |
| III. | Lämnar färdtillstånd                                                                                                                         | 2                | 28  | 0,9       | 2,4 |
| 1.   | Lämnar färdtillstånd för avbruten inflygning till förare/ADC                                                                                 | 2                | 4   | 0,9       | 0,3 |
| 2.   | Beräknar kurs i och gräns för färdtillstånd utifrån uppgifter om framförvarande flygplans kurs, höjd och läge i procedur                     | -                | 24  | -         | 2,0 |
| IV.  | Separerar flygtrafik                                                                                                                         | 9                | 18  | 4,2       | 1,5 |
| 1.   | Beräknar normal radarseparation på basis av uppgifter om övrig aktuell trafiks hastigheter, kurser och lägen                                 | 2                | 13  | 3,3       | 1,1 |
| 2.   | Baserar användandet av minimiseparation (radar) på iakttagelser av framförvarande flygplans fartreducering                                   | 2                | 9   | 0,9       | 0,8 |
| 3.   | Tillämpar fastställda fördröjningsprocedurer (dock ej 360-sväng i moln)                                                                      | -                | 6   | -         | 0,5 |
| V.   | Reglerar trafik vid stort trafikflöde                                                                                                        | 4                | 27  | 1,9       | 2,3 |
| 1.   | Avgör maximala antalet enheter i procedur på basis av kännedom om egen kapacitet, procedurens kapacitet och ADC trafikavvecklingsmöjligheter | 3                | 21  | 1,4       | 1,8 |
| 2.   | Prioriterar trafik genom kännedom om flygplantyp, bränslemängd och aktionstid                                                                | 1                | 6   | 0,5       | 0,5 |
| VI.  | Anyänder tekniska hjälpmedel                                                                                                                 | 5                | 25  | 2,3       | 2,1 |
| 1.   | Avläser pejl                                                                                                                                 | -                | 3   | -         | 0,2 |
| 2.   | Lämnar QTE och QDM                                                                                                                           | 2                | 3   | 0,9       | 0,2 |
| 3.   | Kontrollerar platstagning över pejl                                                                                                          | -                | 5   | -         | 0,4 |

|       |                                                                                                   | Kritisk händelse |     | Rel frekv |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|
|       |                                                                                                   | pos              | neg | pos       | neg |
|       | 4. Ställer in radarbild                                                                           | -                | 4   | -         | 0,3 |
|       | 5. Sänder på rätt radiofrekvens vid samtidig trafik på två frekvenser                             | -                | 3   | -         | 0,2 |
|       | 6. Använder interfon och snabbtelefon                                                             | 3                | 7   | 1,4       | 0,6 |
| VII.  | Använder uppföljningssystem                                                                       | -                | 16  | -         | 1,3 |
|       | 1. Placerar strippar i turordning                                                                 | -                | 6   | -         | 0,5 |
|       | 2. Markerar på strippar                                                                           | -                | 3   | -         | 0,2 |
|       | 3. Skriver färdtillstånd                                                                          | -                | 7   | -         | 0,6 |
| VIII. | Reglerar övrig trafik                                                                             | 2                | 1   | 0,9       | 0,1 |
|       | 1. Lämnar tillstånd för korsning av inflygningssektor                                             | 2                | 1   | 0,9       | 0,1 |
| IX.   | Tar emot överlämning av identifiering                                                             | 4                | 26  | 1,8       | 2,1 |
|       | 1. Kontrollerar att uppgifter om kurs och höjd erhålles                                           | 2                | 3   | 0,9       | 0,2 |
|       | 2. Accepterar överlämning då ingen tveksamhet om identitet föreligger                             | -                | 7   | -         | 0,6 |
|       | 3. Bestämmer lämplig kurs och höjd för flygplan som skall överlämnas innan överlämning accepteras | 2                | 16  | 0,9       | 1,3 |
| X.    | Använder olika inflygningsmetoder                                                                 | -                | 11  | -         | 0,9 |
|       | 1. Använder olika inflygningsmetoder samtidigt                                                    | -                | 11  | -         | 0,9 |

### Överkategoriernas rangordning

Med utgångspunkt från en undersökning, som inte sett som sitt syfte att studera rangordningen mellan olika beteendekluster, får man akta sig för att dra alltför långtgående slutsatser av en rangordning efter absoluta frekvenser. Det behöver naturligtvis inte vara så, att de kategorier, som har de högsta frekvenserna, är de viktigaste för ett visst syfte, eftersom lika viktiga händelser i andra kategorier kan inträffa mindre ofta och därför inte kommer att bli representerade med så många berättelser. Det intressanta är emellertid, att överkategorierna inom flygkontrolltjänsterna i flera fall överensstämmer till benämning, aktivitet och målkriterier. Överkategorierna i dessa fall skiljer sig emellertid åt vad beträffar underkategorierna. De senare är beteendekluster med för typen av flygkontrolltjänst specifika karaktäristika

vilka definierar flygkontrolltjänsten i fråga. Att underkategorierna skiljer sig åt mellan flygkontrolltjänsterna inverkar alltså inte på möjligheterna att sätta likhetstecken mellan överkategorierna, om man beaktar ovan nämnda kriterier.

Tabell 8. Överkategoriernas rangordning efter total frekvens  
(s efter rang innebär sammanslagen överkategori)

| Rang   | Överkategori                                                      | Procent |
|--------|-------------------------------------------------------------------|---------|
| 1 (s)  | Separerar flygtrafik                                              | 11,4    |
| 2 (s)  | Vidarebefordrar eller lämnar färdtillstånd                        | 11,3    |
| 3 (s)  | Samordnar                                                         | 7,6     |
| 4      | Kommunicerar                                                      | 7,4     |
| 5 (s)  | Använder uppföljningssystem                                       | 6,7     |
| 6 (s)  | Använder tekniska hjälpmedel                                      | 5,6     |
| 7 (s)  | Reglerar trafik vid stort trafikflöde                             | 5,2     |
| 8      | Lämnar starttillstånd                                             | 4,8     |
| 9      | Reglerar trafiken i trafikvarv                                    | 4,7     |
| 10     | Reglerar trafiken på marken                                       | 4,1     |
| 11 (s) | Överlämnar kontroll av flygplan                                   | 3,5     |
| 12 (s) | Reglerar övrig trafik                                             | 3,2     |
| 13     | Planerar vid ändrade väderförutsättningar                         | 3,1     |
| 14     | Identifierar flygplan                                             | 2,9     |
| 15     | Manövrerar utrullningshinder och trafikljus                       | 2,4     |
| 16     | Anpassar trafikflödet efter kontrollmöjligheterna                 | 2,3     |
| 17     | Tar emot överlämning av identifiering                             | 2,1     |
| 18     | Lämnar landningstillstånd                                         | 1,9     |
| 19     | Fastställer gällande banor                                        | 1,5     |
| 20     | Lämnar trafikupplysning                                           | 1,4     |
| 21     | Överlämnar identifiering av flygplan                              | 1,4     |
| 22     | Radarleder flygplan                                               | 1,4     |
| 23     | Inspekterar flygplatsen                                           | 1,1     |
| 24     | Delegerar ansvar för kontroll av viss del av kontrollerat luftrum | 1,0     |
| 25     | Använder olika inflygningsmetoder                                 | 0,8     |
| 26     | Väljer procedur i samråd med annat flygkontrollorgan              | 0,6     |

De överkategorier, som handlar om separation, färdtillstånd, samordning, kommunikation och uppföljningssystem har hamnat högt upp på ranglistan. De tre första av dessa är dessutom de överkategorier, som är bestämmelsemässigt mest omfattande.

### Personalgruppernas fördelning på överkategorier

Olika personalgrupper kan ha olika syn på vikten av de olika arbetsmomenten inom flygkontrolltjänsterna. För att få en uppfattning om detta, har en procentuell fördelning av händelserna gjorts inom varje personalgrupp (tabell 9). Överkategorierna motsvarar indelningen i tabell 8.

Tabell 9. Procentuell fördelning av händelser inom de olika personalgrupperna

| Överkategori                                          | Avd<br>chef | Vakt<br>förest | Trafik-<br>ledare |
|-------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 1. Separerar flygtrafik                               | 10,5        | 17,5           | 10,3              |
| 2. Vidarebefordrar eller lämnar färdtillstånd         | 16,2        | 10,7           | 10,7              |
| 3. Samordnar                                          | 20,3        | 8,2            | 8,3               |
| 4. Kommunicerar                                       | 2,8         | 6,3            | 5,7               |
| 5. Använder uppföljningssystem                        | 5,6         | 2,1            | 7,8               |
| 6. Använder tekniska hjälpmedel                       | 6,3         | 1,4            | 6,2               |
| 7. Lämnar starttillstånd                              | 2,1         | 3,0            | 5,6               |
| 8. Reglerar trafiken i trafikvarv                     | 1,4         | 4,1            | 5,3               |
| 9. Reglerar trafiken på marken                        | 2,8         | 6,2            | 3,9               |
| 10. Överlämnar kontroll av flygplan                   | 3,5         | 2,0            | 3,8               |
| 11. Reglerar övrig trafik                             | 3,5         | 3,2            | 3,2               |
| 12. Planerar vid ändrade väderförutsättningar         | 2,1         | 1,3            | 2,5               |
| 13. Reglerar trafik vid stort trafikflöde             | 2,1         | 1,1            | 3,5               |
| 14. Identifierar flygplan                             | 2,6         | 8,2            | 1,9               |
| 15. Manövrerar utrullningshinder och trafikljus       | 2,8         | 3,1            | 2,2               |
| 16. Anpassar trafikflödet efter kontrollmöjligheterna | 1,4         | 0,5            | 2,8               |
| 17. Tar emot överlämning av identifiering             | 1,4         | 2,1            | 2,2               |
| 18. Lämnar landningstillstånd                         | 1,4         | 3,4            | 1,7               |
| 19. Fastställer gällande bana                         | 0,7         | 0,7            | 1,8               |
| 20. Lämnar trafikupplysning                           | -           | 2,8            | 1,3               |
| 21. Överlämnar identifiering av flygplan              | 2,1         | 3,6            | 0,9               |
| 22. Radarleder flygplan                               | 2,1         | 1,0            | 0,5               |
| 23. Inspekterar flygplatsen                           | 0,7         | 0,7            | 1,2               |
| 24. Delegerar ansvar för kontroll...                  | 2,8         | 0,7            | 0,8               |
| 25. Använder olika inflygningsmetoder                 | 2,8         | 2,1            | 0,3               |
| 26. Väljer procedur...                                | -           | 1,0            | 0,6               |

Överkategorierna 1, 2 och 3 visar sig vara de största för de tre personalgrupperna. Detta är i överensstämmelse med rangordningen av överkategorierna, och man kan med de reservationer, som då gjordes, påstå att det med hänsyn till antalet insamlade händelser råder enighet mellan personalgrupperna om att de viktigaste arbetsmomenten är: Separering av flygtrafik, Vidarebefordrar och lämnar färdtillstånd samt Samordnar.

### Mättnad och uttömbarhet

För att bestämma om det insamlade materialet gav en uttömmande bild av beteendemässigt kritiska händelser i de tre slagen av flygkontrolltjänster företogs en mättnads- och uttömbarhetsanalys i två etapper. Ännu ett skäl för dessa analyser var att åstadkomma en uppskattning av hur väl deltagarnas rapporterade händelser täckte in driftstörningsrapporterade händelser. Detta skulle kunna ge en anvisning om deltagarnas benägenhet att rapportera och beskriva kritiska händelser, som lett till en störning i flygsäkerheten.

Flanagan (1954) anser, att en datainsamling kan avbrytas, när man på 100 nya händelser inte får mer än 2-3 nya beteenden. Totala antalet händelser, som behöver samlas in, är alltså avhängigt mättnadsgraden.

Mättnadsundersökningen genomfördes med 225 kritiska händelser ej medtagna i den ursprungliga kategoriseringen. Fördelningen av händelserna var: Flygplatskontrolltjänst 100 händelser, terminalkontrolltjänst 75 händelser och inflygningskontrolltjänst 50 händelser. Tabell 11 visar kategoriseringsresultatet. Grupperna 1-3 som anges under respektive flygkontrolltjänst hänför sig till den indelning av händelserna, som slumpmässigt gjordes i tre högar för varje flygkontrolltjänst innan händelserna grupperades i kategorier.

Tabell 11. Antal nya beteenden fördelade på typ av flygkontrolltjänst vid kategorisering av 225 händelser ej medtagna i den ursprungliga kategoriseringen

|          | ADC<br>Grupp |   |   | TMC<br>Grupp |   |   | APC<br>Grupp |   |   |
|----------|--------------|---|---|--------------|---|---|--------------|---|---|
|          | 1            | 2 | 3 | 1            | 2 | 3 | 1            | 2 | 3 |
| positiva | 2            | 3 | 1 | 2            | 1 | 2 | 2            | 3 | 4 |
| negativa | 4            | 2 | 6 | 1            | 5 | 4 | 4            | 1 | 3 |

När de nya beteendena infördes i det ursprungliga kategoriseringssystemet erhöles en ny underkategori för ADC, medan inga nya underkategorier bildades för de båda andra flygkontrolltjänsterna. Mättnadsundersökningen visade

alltså, att antalet insamlade händelser var tillräckligt, och att med hänsyn till analysens syfte en tillräckligt hyanserad bild av arbetets kritiska moment erhöles.

Kategoriseringen av de driftstörningsrapporterade händelserna visade, att endast ett fåtal nya beteenden bildades, men att dessa beteenden direkt kunde inplaceras i de ursprungliga underkategorierna. Tabell 12 visar erhållet resultat.

Tabell 12. Antal nya beteenden fördelade på typ av flygkontrolltjänst vid kategorisering av 138 driftstörningsrapporterade händelser

|          | ADC<br>Grupp |   |   | TMC<br>Grupp |   |   | APC<br>Grupp |   |   |
|----------|--------------|---|---|--------------|---|---|--------------|---|---|
|          | 1            | 2 | 3 | 1            | 2 | 3 | 1            | 2 | 3 |
| negativa | 2            | 3 | 1 | 14           | 2 | 1 | 1            | 4 | 2 |

Någon benägenhet hos deltagarna att i sin rapportering av kritiska händelser undanhålla sådana, som hade lett till störning i flygsäkerheten och som skulle kunna ge unika beteendekategorier, kunde ej påvisas.

#### Relationen arbetsanalys och bestämmelser/föreskrifter

Resultatet av en arbetsanalys ger teoretiskt explicita fakta om alla viktiga sidor av ett arbete. Oavsett analysteknik kan detta mål endast approximeras för arbeten, som uppnått en hög komplexitetsnivå.

All analysteknik och alla analysinstrument har inneboende svagheter, och critical incident tekniken utgör inget undantag. Det är ju möjligt, att det finns viktiga aspekter av arbetet, som inte resulterar i rapporterade kritiska händelser. I arbetsanalysen av militära flygkontrolltjänster har en innehållsanalys av bestämmelser och föreskrifter varit ett sätt att utföra en kontroll av de kritiska händelsernas täckningsgrad, d v s har alla viktiga arbetsmoment kommit med i arbetsanalysen.

Bestämmelser för militär flygtrafikledning och Ordnings- och Säkerhetsföreskrifter för militär flygning utgör de centrala bestämmelsesamlingar, som reglerar flygkontrolltjänsternas verksamhet. Det yttersta målet för flygkontrolltjänsten är att garantera flygtrafikledningsmässig flygsäkerhet. Av detta skäl har de centrala bestämmelsesamlingarna kommit att bli omfattande och reglerar i detalj sättet att kontrollera flygtrafiken. Bestämmelserna bygger på erfarenhet av sättet att utöva trafikreglering och

därmed åstadkomma flygsäkerhet. En kontinuerlig anpassning av bestämmelserna sker för att möta de krav, som den tekniska utvecklingen medför, och man har i trafikledningssystemet en automatisk kontroll på bestämmelsernas effekt förutsatt att ingen felfunktion förekommer hos trafikledaren och det är: Driftstörning som medfört nedsatt flygsäkerhet för flygplan och besättning. Det är därför möjligt att påstå, att bestämmelserna behandlar viktiga moment inom flygkontrolltjänsterna. Huruvida bestämmelserna täcker alla viktiga moment är svårt att svara på av bl a det skälet, att utvecklingen alltid ligger ett steg före - det tar tid att konstruera och införa nya bestämmelser.

Om critical incident tekniken har beskrivit alla viktiga moment inom flygkontrolltjänsterna bör inga nya sådana framkomma vid en analys av bestämmelserna. Enligt Andersson & Nilsson (1966, s 82) kan den brist på överensstämmelse, som eventuellt uppkommer vid jämförelse mellan resultaten från arbetsanalysen och innehållsanalysen, vara av två slag:

1. Bestämmelserna kan innehålla moment, som critical-incident-tekniken inte registrerat.
2. Arbetsanalysen kan ha observerat moment, som inte behandlas i bestämmelserna.

För systematisering och kvantifiering av innehållet i de centrala bestämmelsesamlingarna har använts s k innehållsanalys (content analysis). Berelson (1952, s 18) har följande definition på innehållsanalys: "A research technique for objective, systematic and quantitative description of the manifest content of communication".

Vid all innehållsanalys konstrueras någon form av kategorisystem för att få så relevant information som möjligt om t ex bestämmelsers innehåll. Olika forskare har begagnat sig av olika sofistikeringsgrad i kategoriseringssystemet och vägledande har varit innehållsansalysens syfte. Om man t ex är intresserad av tendenser i överensstämmelsen mellan litteratur och arbetsanalys, kan man välja ett relativt grovt kategoriseringssystem. För innehållsanalys av bestämmelser för flygkontrolltjänsterna bedömdes att det var tillräckligt att erhålla en uppskattning av skillnader i täckningen av underkategorier mellan bestämmelser och arbetsanalys. Av detta skäl användes arbetsanalysens kategorisystem och den bestämmelsemassa, som ej gick att inordna i kategorierna, studerades separat för att ge svar på frågan om arbetsanalysen saknade moment, som ingår i flygkontrolltjänsternas verksamhet.

De bestämmelsepublikationer, som ingick i analysen, var som tidigare nämnts två stycken. Det kategorisystem som publikationernas bestämmelsemassa skulle inplaceras i var de 204 underkategorier, som erhöjts i arbetsanalysen. Som måttenhet valdes bestämmelsen.

Av de centrala bestämmelserna behandlar 618 bestämmelser verksamheten inom flygkontrolltjänsterna. 533 av dessa bestämmelser kunde direkt inplaceras i de 204 underkategorierna. Samtliga 618 bestämmelser kunde dock placeras in i överkategorier och huvudområden.

Tabell 13 sammanfattar innehållsanalysens resultat fördelat på de tre slagen av flygkontrolltjänster. Längst till vänster i tabellen redovisas arbetsanalysens resultat och därefter följer en redovisning av bestämmelsernas fördelning på huvudområde, överkategorier och underkategorier.

Tabell 13. Bestämmelserna samt arbetsanalysens totalresultat fördelade på huvudområde

| Huvud-<br>område | Resultat av<br>arbetsanalysen |       | Bestämmelser som kan hänföras till |       |                            |       |                             |       |
|------------------|-------------------------------|-------|------------------------------------|-------|----------------------------|-------|-----------------------------|-------|
|                  | frekv                         | %     | Huvudområde<br>Best antal          | %     | Överkategori<br>Best antal | %     | Underkategori<br>Best antal | %     |
| Allmänt          | 183                           | 13,1  | 43                                 | 7,0   | 43                         | 7,0   | 30                          | 5,6   |
| ADC              | 553                           | 39,5  | 216                                | 34,9  | 216                        | 34,9  | 186                         | 34,9  |
| TMC              | 433                           | 31,0  | 219                                | 35,4  | 219                        | 35,4  | 191                         | 35,9  |
| APC              | 231                           | 16,4  | 140                                | 22,7  | 140                        | 22,7  | 126                         | 23,6  |
|                  | 1400                          | 100,0 | 618                                | 100,0 | 618                        | 100,0 | 533                         | 100,0 |

Ett studium av tabellen visar en relativt god överensstämmelse mellan fördelningen av händelserna på huvudområden och bestämmelserna inordnade i det ursprungliga kategoriseringssystemet. De 81 bestämmelser, som ej kunde direkt inplaceras i underkategorierna, visade sig vid en separat analys vara av generell karaktär inom överkategorier och huvudområden och kunde som tabell 13 visar placeras in i dessa delar av kategoriseringssystemet. En kvantitativ jämförelse mellan frekvensen av kritiska händelser fördelade på huvudområden och en motsvarande fördelning av bestämmelserna visar en underrepresentation för de senare. Innehållsanalysen visade emellertid, att det fanns en "vidd" hos bestämmelserna, så att en bestämmelse täckte fler underkategorier än en. Av 204 underkategorier befanns 9 sakna en direkt bestämmelsetäckning men dessa underkategorier erhöj en viss täckning

av de 81 bestämmelser, som hänfördes till överkategorier och huvudområden. Arbetsanalysen har sammanfattningsvis inte givit upphov till beteendeklasser, som saknar en direkt bestämmelsetäckning, inte heller har bestämmelserna visat sig innehålla moment, som critical Incident tekniken inte registrerat.

## KAPITEL IV

Beslutsfattande inom flygkontroll-  
tjänsternaBegreppsbestämning

Begreppet "Beslut" har, om man begränsar sig till mänskliga intellektuella aktiviteter, en relativt allmän betydelse: Ställningstagande. De processer som leder fram till ställningstagande är oftast av varierande komplexitet och beroende av det informationsunderlag, som finns tillgängligt. Informationsunderlaget utgöres härvid av samtliga för problemet relevanta kunskaper och datamängder.

Vissa beslutssituationer karaktäriseras av ett relativt kontinuerligt informationsflöde och ett begränsat tidsutrymme för problemlösning. Detta förhållande är markant för flygkontrolltjänsterna. Inom dessa tjänster regleras förekommande flygtrafik så, att flygsäkerhet uppnås i enlighet med gällande regler och föreskrifter vid varje beslutstillfälle. Det informationsflöde, som då förekommer, hänför sig till (1) datamängder om flygtrafik under kontroll, (2) datamängder om nytillkommen flygtrafik och (3) datamängder från samarbetskällor, som är direkt relaterade till aktuell beslutssituation. Beslutsunderlaget inom flygkontrolltjänsterna karaktäriseras därför av den totala kortvariga information, som finns tillgänglig vid varje beslutstillfälle. Med avseende på informationsflödet är det därför möjligt att i stora drag beskriva "Beslutsfattande" inom flygkontrolltjänsterna genom att ange aktivitetsnivåer för flygledarens aktiva behandling av data hämtade ur det informationsflöde, som finns tillgängligt vid varje beslutstillfälle. Begreppet "Beslutsfattande" ges därför följande bestämning:

1. Problembakgrund: Dynamisk, memorerad datastruktur om flygtrafik under kontroll
2. Datatillskott: Visuellt och/eller auditiv registrering av data om tillkommande trafik
3. Dataintegrering: Jämförelser mellan Datatillskott och Problembakgrund med följande utfall:
  - Dataintegrering är möjlig, d v s Datatillskottet kan inlemmas direkt i Problembakgrunden utan att problemlösning erfordras

- Dataintegrering är ej möjlig, d v s Datatillskottet utgör en konflikt relativt Problembakgrunden och problemlösning utföres

#### 4. Effektivering av beslut: Åtgärder som vidtages på grund av problemlösningens utfall

De uppställda nivåerna är inte att betrakta som steg i en problemlösningssprocess, utan som hypotetiska nivåer i behandlingen av data. Huruvida man som t ex Polya (1945) skall betrakta problemlösningssprocessen som en heuristisk process med vissa faser, eller som Neisser (1963 a) i termer av rationellt och irrationellt tänkande, ligger utanför den beskrivning av beslutsfattandet, som här åsyftas. Vilken teoretisk förankring man kvalitativt än vill ge beslutsfattandet, så baserar sig såväl problemlösningar som beslut på en aktiv behandling av data.

En granskning av de 204 underkategorier, som ingår i arbetsanalysen, visar, att endast överkategori III, Kommuniserar och överkategori XVII, Inspekterar flygplatsen, har underkategorier, som är svårplacerade under den givna beteckningen "Beslutsfattande". Avgörande kriterier för bedömning av underkategoriernas relevans har härvid varit:

1. Underkategorin skall ha tillkommit en situation, där beslutsfattandet förutsätter, att ett eller flera luftfartygs rörelser och/eller lägen utgjort bakgrundsfaktorer.
2. I underkategorin skall data ha tillkommit, vilka relativt bakgrundsfaktorerna är uttryck för ett problem, som kräver en lösning.
3. Underkategori, som innehåller data enligt punkterna 1 och 2 ovan, skall innehålla uppgifter om att beslut fattats.
4. Underkategorin skall vara ett uttryck för att beslutet verkställts.

Redan de kritiska händelserna i sig och händelsernas kategorisering i beteendekluster bygger, som anförts i förutsättningen för arbetsanalysen, på relevansbestämning relativt fastställda kriterier. Dessa kriterier utgör den samlade operationella förankring på vilken flygkontrolltjänsternas målsättning vilar. Av dessa skäl har alltså endast sådana händelser accepterats, som svarar mot kriterier. I detta förfarande ligger att beskrivna händelser, som accepterats, har varit situationer, där grunden för händelsen

ytterst kan hänföras till en pågående reglering av flygtrafik. Arbetsmoment har sedan uppstått genom att data tillförts i form av direktiv eller upplysningar, vilka relativt trafikregleringen och dess komponenter skapat ett problem. Problemlösning med ett eller flera alternativa utfall har sedan resulterat i ett beslut, vilket efter effektivering haft en positiv eller negativ effekt. Den enskilda kritiska händelsen är alltså uppbyggd av en datakedja, vilken utsatts för någon form av behandling. Överkategori III, kommunicerar, bygger naturligtvis på kritiska händelser, men dessa är inte ett resultat av det beskrivna beslutsfattandet, utan en produkt av den del i beslutsfattandet, som avser förmedling av data mellan trafikledare och pilot. Dataförmedlingen har i samtliga 103 händelser skett via dubbelriktad radiokommunikation varvid 93 händelser varit resultat av felaktig kommunikation relativt fastställt kommunikationsförfarande.

### Analys av civila flygkontrolltjänster

Eftersom såväl civila som militära bestämmelser för flygkontrolltjänsterna är upprättade i enlighet med de rekommendationer, som utfärdats av International Civil Airtraffic Organization (ICAO), har de förekommande flygkontrolltjänsterna lika målsättning. Av intresse har därför varit att studera om kritiska händelser inom civila flygkontrolltjänster har de för motsvarande militära flygkontrolltjänster beskrivna databehandlingsnivåerna i beslutsfattandet.

395 tillgängliga kritiska händelser rapporterade av civila trafikledare, som utövat flygkontrolltjänst, kategoriserades enligt det kategoriserings-schema, som användes vid arbetsanalys av militära flygkontrolltjänster. De kritiska händelsernas kategorisering i under- och överkategorier samt deras fördelning över huvudområden framgår av tabell 14.

Tabell 14. Antal händelser inom civila flygkontrolltjänster i under- och överkategorier

#### A. Allmänna beteendekategorier för samtliga flygkontrolltjänster

|                                                                             | Kritisk händelse |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|
|                                                                             | pos              | neg |
| I. Delegerar ansvar för kontroll av viss del av kontrollerat luftrum        | 1                | 1   |
| 1. Kontrollerar att ansvarstagande organ uppfattat delegerat områdesgränser | 3                | 6   |

|       |                                                                 | Kritisk händelse |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------|------------------|-----|
|       |                                                                 | pos              | neg |
| II.   | Kontrollerar inlämnade färdplaner                               |                  |     |
|       | 1. Kontrollerar att korrekta och tillräckliga uppgifter lämnats | 1                | 4   |
|       | 2. Reviderar uppgifter i färdplan                               | -                | 2   |
| III.  | Planerar vid ändrade väderförutsättningar                       |                  |     |
|       | 1. Rapporterar väderförändringar till pilot                     | 1                | 4   |
|       | 2. Ändrar procedurer vid ändrade väderförhållanden              | -                | 3   |
| IV.   | Kommunicerar                                                    |                  |     |
|       | 1. Använder föreskriven fraseologi                              | -                | 30  |
|       | 2. Återläser givna direktiv korrekt                             | 1                | 8   |
|       | 3. Kontrollerar att återläsning är korrekt                      | -                | 14  |
| V.    | Lämnar trafikupplysning                                         |                  |     |
|       | 1. Lämnar korrekta informationer vid trafikupplysning           | -                | 5   |
|       | 2. Lämnar fullständiga informationer vid trafikupplysning       | -                | 4   |
|       | 3. Lämnar trafikupplysning på basis av aktuella uppgifter       | 3                | 1   |
| B.    | Flygplatskontrolltjänst                                         |                  |     |
| VI.   | Samordnar                                                       |                  |     |
|       | 1. Samordnar inflygning på annan bana än den i användning       | -                | 4   |
|       | 2. Lämnar meddelande om ankommande flygplan                     | -                | 4   |
| VII.  | Överlämning av kontroll                                         |                  |     |
|       | 1. Lämnar över kontrollen av flygplan vid rätt tidpunkt/plats   | -                | 6   |
| VIII. | Vidarebefordrar och lämnar färdtillstånd                        |                  |     |
|       | 1. Lämnar korrekt färdtillstånd med hänsyn till övrig trafik    | -                | 11  |
|       | 2. Lämnar färdtillstånd före starttillstånd                     | -                | 12  |
| IX.   | Anpassar trafikflödet efter kontrollmöjligheterna               |                  |     |
|       | 1. Tar hänsyn till olika flygplantypers olika prestanda         | -                | 4   |
|       | 2. Reglerar trafik vid olika trafikintensitet                   | 1                | 2   |
| X.    | Fastställer gällande bana                                       |                  |     |
|       | 1. Planerar byte av gällande bana i tid                         | -                | 3   |

|        |                                                                                  | Kritisk händelse |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|
|        |                                                                                  | pos              | neg |
| XI.    | Reglerar trafik på marken                                                        |                  |     |
| 1.     | Kontrollerar att kollisionrisk ej föreligger mellan in- och utkörande flygplan   | -                | 6   |
| 2.     | Håller uppsikt på fordon och personal på och invid banor och taxibanor           | 2                | 4   |
| XII.   | Lämnar starttillstånd                                                            |                  |     |
| 1.     | Lämnar starttillstånd då banan är fri från trafik                                | -                | 9   |
| 2.     | Prioriterar landande flygplan                                                    | -                | 6   |
| XIII.  | Reglerar trafik i trafikvarv                                                     |                  |     |
| 1.     | Separerar flygplan i trafikvarv och annan ankommande trafik                      | -                | 4   |
| 2.     | Reglerar turordning i trafikvarv                                                 | -                | 3   |
| XIV.   | Lämnar landningstillstånd                                                        |                  |     |
| 1.     | Lämnar landningstillstånd då banan är fri från trafik                            | -                | 18  |
| 2.     | Lämnar landningstillstånd i tid till flygplan på final                           | -                | 4   |
| XV.    | Lämnar tillstånd till Speciell VFR                                               |                  |     |
| 1.     | Separerar trafik som flyger enligt Speciell VFR och IFR-trafik                   | -                | 7   |
| 2.     | Lämnar tillstånd till Specill VFR på basis av väderuppgifter                     | -                | 1   |
| 3.     | Kontrollerar att flygplan som flyger enligt Speciell VFR lämnar kontrollzon      | -                | 4   |
| XVI.   | Använder hjälpmedel                                                              |                  |     |
| 1.     | Lämnar korrekt pejlvärde vid pejling                                             | -                | 4   |
| XVII.  | Använder uppföljningssystem                                                      |                  |     |
| 1.     | Skriver korrekta data på stripp                                                  | -                | 3   |
| 2.     | Använder databord (FPB) på föreskrivet sätt                                      | -                | 4   |
| XVIII. | Reglerar övrig trafik                                                            |                  |     |
| 1.     | Separerar trafik som genomflyger kontrollzon från ankommande och avgående trafik | -                | 7   |
| 2.     | Separerar IFR- och VFR-trafik i kontrollzon                                      | -                | 6   |

|         |                                                               | Kritisk händelse |     |
|---------|---------------------------------------------------------------|------------------|-----|
|         |                                                               | pos              | neg |
| C.      | Terminal- och områdeskontrolltjänst med och utan radar        |                  |     |
| XIX.    | Samordnar                                                     |                  |     |
|         | 1. Samordnar i tid med berört kontrollorgan                   | -                | 17  |
| XX.     | Överlämnar kontroll av flygplan                               |                  |     |
|         | 1. Gör korrekt radaröverlämning av flygplan                   | 1                | 4   |
|         | 2. Gör korrekt överlämning med hänsyn till annan trafik       | -                | 6   |
| XXI.    | Lämnar färdtillstånd                                          |                  |     |
|         | 1. Lämnar färdtillstånd med hänsyn till övrig trafik          | -                | 7   |
| XXII.   | Separerar flygtrafik                                          |                  |     |
|         | 1. Använder radarseparationer                                 | -                | 8   |
|         | 2. Beräknar procedureseparationer                             | -                | 9   |
| XXIII.  | Reglerar trafik vid stort trafikflöde                         |                  |     |
|         | 1. Reglerar trafikflödet med hänsyn till hastighetsskillnader | -                | 5   |
|         | 2. Har kontroll över trafik vid stort trafikflöde             | -                | 2   |
|         | 3. Använder lämpliga procedurer                               |                  |     |
| XXIV.   | Använder tekniska hjälpmedel                                  |                  |     |
|         | 1. Använder hjälpmedel i fullgott skick                       | -                | 8   |
|         | 2. Använder hjälpmedel på föreskrivet sätt                    | -                | 3   |
| XXV.    | Använder uppföljningssystem                                   |                  |     |
|         | 1. Använder föreskriven strippmarkering                       | -                | 7   |
|         | 2. Använder databord (FPB) på föreskrivet sätt                | -                | 4   |
| XXVI.   | Identifierar flygplan                                         |                  |     |
|         | 1. Använder föreskrivna identifieringsmetoder                 | -                | 11  |
| XXVII.  | Överlämnar identifiering av flygplan                          |                  |     |
|         | 1. Kontrollerar att mottagaren har identifierat rätt flygplan | -                | 6   |
| XXVIII. | Övrig                                                         |                  |     |
|         | 1. Lämnar av korrekt vid avlösning                            | -                | 2   |

|         |                                                                                            | Kritisk händelse |     |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|
|         |                                                                                            | pos              | neg |
| D.      | Inflygningskontrolltjänst med och utan radar                                               |                  |     |
| XXIX.   | Samordnar                                                                                  |                  |     |
|         | 1. Samordnar i tid med berört kontrollorgan                                                | -                | 5   |
| XXX.    | Överlämnar kontroll av flygplan                                                            |                  |     |
|         | 1. Överlämnar i tid till berört kontrollorgan                                              | -                | 2   |
|         | 2. Övertar kontroll av flygplan vid rätt tidpunkt eller rätt plats                         | -                | 2   |
| XXXI.   | Lämnar färdtillstånd                                                                       |                  |     |
|         | 1. Lämnar avsett färdtillstånd till rätt flygplan                                          | -                | 2   |
|         | 2. Lämnar fullständigt färdtillstånd                                                       | -                | 2   |
| XXXII.  | Separerar flygtrafik                                                                       |                  |     |
|         | 1. Tar hänsyn till fartskillnader                                                          | -                | 5   |
|         | 2. Tar hänsyn till flygplantyp                                                             | -                | 4   |
|         | 3. Upprättar procedur- eller radarseparation enligt gällande föreskrifter                  | -                | 4   |
| XXXIII. | Reglerar trafik vid stort trafikflöde                                                      |                  |     |
|         | 1. Bestämmer maximala antalet enheter på basis av kännedom om egen kapacitet               | -                | 3   |
|         | 2. Bestämmer maximala antalet enheter på basis av kännedom om gällande procedurs kapacitet | -                | 5   |
| XXXIV.  | Identifierar flygplan                                                                      |                  |     |
|         | 1. Använder föreskrivna identifieringsmetoder                                              | -                | 4   |
|         | 2. Håller flygplan identifierat under den tid då det kontrolleras                          | -                | 6   |
| XXXV.   | Radarleder flygplan                                                                        |                  |     |
|         | 1. Radarleder med fastställd hinderfrihet                                                  | -                | 1   |
|         | 2. Anger korrekta kurser                                                                   | -                | 8   |

Vid inplacering av de kritiska händelserna i det för militära flygkontrolltjänster uppgjorda kategorisystemet tillkom, som framgått av tabell 14, sex nya överkategorier. Tillkomsten av nya under- och överkategorier tyder på en skillnad i kritisk struktur mellan civila och militära flygkontrolltjänster. Detta förhållande var väntat, eftersom civil och militär flygtrafik genom sina särarter lägger olika vikt vid vissa arbetsmoment inom

flygkontrolltjänsterna. Påståendet dokumenteras av bl a de speciella förarinstruktionerna, som finns utgivna för olika flygplanstyper och de publikationer, som reglerar militära flygplans taktiska utnyttjande. Skillnader mellan civila och militära flygplans prestanda och övriga egenskapsdata, jämte skillnader i krav på utrustning vid trafikreglering, betonar vissa arbetsmoment inom flygkontrolltjänsterna på olika sätt och bidrager således till att olika kritiska strukturer uppkommer. I beskrivningen av begreppet "Kritisk struktur" i kapitel 2 betonades, att målsättning och målkriterier för en arbetsanalys bestämmer ett beteendes kritiska relevans. Skillnaderna i kritisk struktur mellan civila och militära flygkontrolltjänster ligger just i det faktum, att målkriterier för vissa kategorier av kritiska händelser är olika till följd av flygtrafikens olika krav på flygtrafikledning. Tabell 14 har emellertid visat, att av 395 kritiska händelser inträffade inom civila flygkontrolltjänster, kunde 353 kritiska händelser direkt inplaceras i det för militära flygkontrolltjänster upprättade systemet med förkategorisering. Det partiella studiet av civila flygkontrolltjänster uppvisar alltså i överkategorier en kritisk struktur, som i endast sex fall avviker från den militära motsvarigheten.

Av de 395 kritiska händelserna fördelade över 65 underkategorier kan 343 händelser i 62 underkategorier direkt hänföras till beslutsfattande i termer av de tidigare beskrivna datanivåerna. De 52 kritiska händelser, fördelade över tre underkategorier, som ingår i överkategorin "Kommunicerar", visar sig ej kunna hänföras till beslutsfattande med avseende på de kriterier, som uppställts. Samma konstaterande gjordes för denna överkategori inom militära flygkontrolltjänster.

## KAPITEL V

Minnesfunktioner i beslutsfattandet  
inom flygkontrolltjänsternaDataregistrering och datatyper

Beslutsfattandet inom flygkontrolltjänsterna har beskrivits som en process för aktiv behandling av data. Det kunde då konstateras, att arbetsanalysernas underkategorier uppfyllde de krav (kriterier), som ställdes upp för bestämning av beslutsfattandet. De underkategorier, som utgjorde undantag, återfanns inom överkategorierna Kommunikation och Inspekterar flygplatsen. Dessa var till antalet 18 stycken. Totalt uppvisade därför 186 underkategorier ett beslutsfattande, som karaktäriserades av en aktiv databehandling.

I den fortsatta framställningen kommer en medveten begränsning att göras i studiet av beslutsfattandet. Denna begränsning innebär, att endast de tidigare beskrivna datanivåerna 1 och 2 kommer att behandlas. Undersökningen av dessa nivåer kommer dessutom att begränsas till den aktiva behandlingen av data och då avse dataregistreringssätt och korttidsmemorering.

De 186 underkategorier, som var relevanta med avseende på beslutsfattandet, analyserades utifrån frågorna:

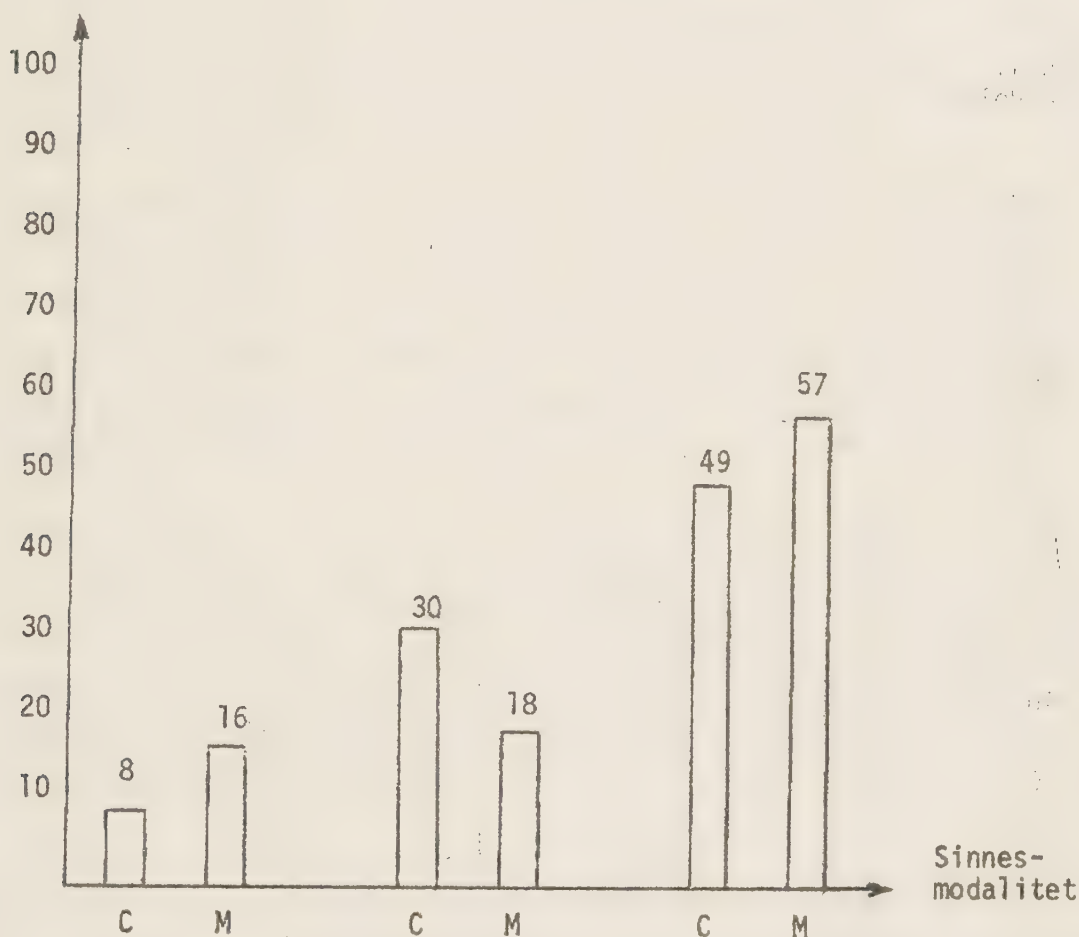
1. Vilka sinnesmodaliteter utnyttjades vid perceptionen av data?
2. Finns det någon typ av data som förekommer frekvent?

Kriterier för bedömning av fråga 1 gavs genom en inspektion av de i varje underkategori ingående kritiska händelserna. Det visade sig då, att de kritiska händelserna beskrivits på ett sådant sätt, att flygledaren hade (1) sett, (2) hört eller (3) sett och hört de data, som låg till grund för beslutsfattandet.

Fig. 1 återger en fördelning av underkategorierna över såväl huvudgrupper av flygtrafikledning (med och utan radar) som utnyttjad sinnesmodalitet vid dataregistrering.

Fig. 1: De kritiska händelsernas fördelning över utnyttjat slag av sinnesmodalitet vid dataregistrering

Antalet händelser i  
% av tot. antalet



C = civila flygkontrolltjänster  
M = militära flygkontrolltjänster

För att erhålla svar på fråga 2 analyserades de överkategorier, som vid rangordning efter total frekvens visat sig vara de största. Dessa överkategorier var dessutom de största med avseende på det antal händelser, som rapporterats av respektive personalkategori.

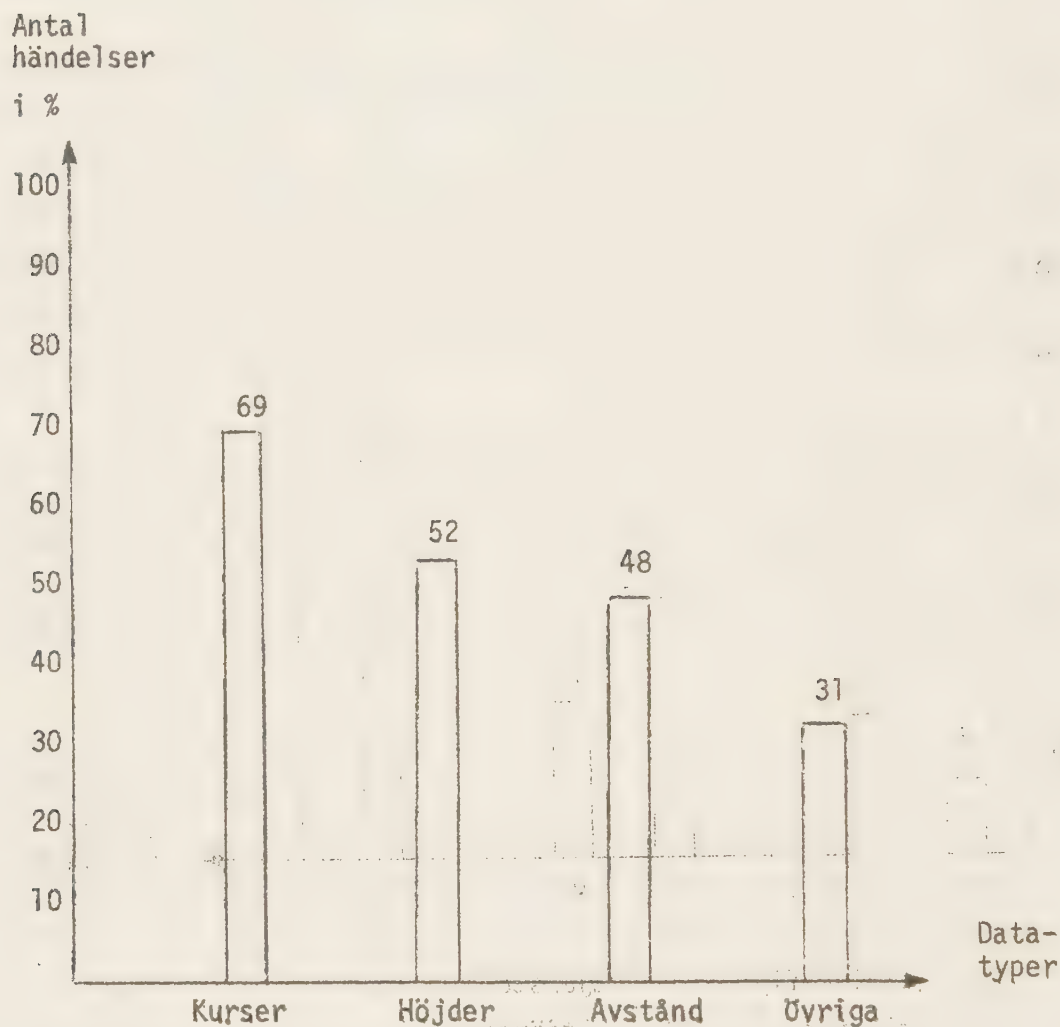
De tre överkategorierna var:

1. Separerar flygtrafik,
2. Vidarebefordrar eller lämnar färdtillstånd och
3. Samordnar.

Resultatet av analysen blev, att tre typer av data var speciellt framträdande. Dessa var: (1) Kursangivelser, (2) Höjdangivelser och (3) Avstånds-

angivelser. Med detta resultat som utgångspunkt gjordes en total analys av de 186 underkategorier, som svarade mot kriterier för Beslutsfattande. Fig. 2 nedan belyser det erhållna resultatet.

Fig. 2: Förekomst av datatyper i procent av totala antalet händelser inom 186 underkategorier



Liksom utfallet i analysen av de tre största överkategorierna visade sig frekvent innehålla data av typ Kurser, Höjder och Avstånd kom analysen av de 186 underkategorierna att ge samma resultat. Fig. 2 visar, att kursangivelser var den mest utnyttjade datatypen, men att även höjd- och avståndsangivelser förekommit frekvent.

De tre datatyperna förekommer i likartade former inom informationsflödet. Formerna beror på datas natur som numeriska variabler, vilket innebär, att ett enskilt datum uttryckes med siffror och att detta datum står i meningsfulla relationer till andra data av samma typ. Följande karaktäristiska hos de tre datatyperna belyser deras natur:

- a) Kursdata uttryckes med tre siffror t ex  $045^0$ ,  $135^0$  o s v. Varje datum representerar därför en numerisk beskrivning av färdvinkelns storlek och baserar sig på kompassens indelning i grader. Av detta följer, att varje kursdatum står i ett bestämt vinkelförhållande till varje annat kursdatum. Detta förhållande ges en specifik innebörd i form av data-relationer då man har en avgränsad mängd data av samma typ t ex i en trafikledningssituation. Varje enskilt flygplans kurs står här i en bestämd relation till varje annat flygplans kurs, och denna relation består i flygplanens kursskillnader.
- b) Höjddata uttryckes liksom kursdata i siffror t ex 200 m, 2500 m (i st f meter kan höjd anges i fot). Relationerna mellan höjddata bestäms till sin storlek av gällande kriterier för höjdseparation, vilket innebär att ett enskilt flygplans flyghöjd står i en bestämd relation till andra flygplans flyghöjder inom en flygtrafikledningssituation. Relationen kan därför uttryckas som en höjdskillnad.
- c) Avståndsdata anges liksom de båda andra datatyperna i siffror t ex 40 km, 200 km (i st f km kan avstånd anges i NM). Med avseende på separationskriterier i längdled och lägesangivelser i förhållande till fastställda geografiska punkter eller markbelägna navigeringshjälpmedel står data av denna typ i inbördes bestämda meningsfulla relationer. Dessa uttryckes i form av skillnader i avstånd.

Gemensamt för de tre datatyperna är dessutom, att de meningsfulla relationer, som de bildar i en viss trafikledningssituation, beror på denna situations mål. Med detta avses att varje enskilt flygplan skall nå en bestämd destination och att detta skall ske inom ett begränsat kontrollerat luftrum och inom ramen för gällande regler. Situationens mål medför därför en speciell inriktning av flygtrafiken med avseende på kurser, höjder och avstånd. De begränsningar, som uppstår i möjligheterna att tilldela ett flygplan en viss kurs eller en viss höjd, bestäms således av såväl flygplanets relationer till andra flygplan i luftrummet som flygtrafikens mål.

Utnyttjandet av de tre datatyperna bestäms till sin huvudsakliga inriktning av färdtillståndens utformning. Dessa är i sin tur reglerade av de separationsföreskrifter t ex beträffande separation i sidled, höjddled och längdled, som gäller för flygkontrolltjänsterna.

Inom problembakgrunden står varje färdtillstånd, som lämnats, i bestämda

relationer till övriga färdtillstånd. Dessa relationer består ytterst i relationer mellan data och uttryckes då, som tidigare nämnts, i kurs-, höjd- och avståndsskillnader. I varje särskilt fall är endast vissa relationer relevanta, eftersom enbart en delmängd av problembakgrundens data står i separationsförhållande. De kriterier, som blir avgörande för att konstatera om ett separationsförhållande föreligger, är framför allt de bestämmelser, som reglerar separation i sid-, höjd- och längdled.

Nyttillkommen flygtrafik ger med avseende på de data, som bestämmer dess läge och krav på trafikreglering, upphov till två övergripande frågeställningar:

- 1) Vilken trafik inom problembakgrunden utgör konfliktrisk och
- 2) Vilka datarelationer skall upprättas mellan konstaterad konflikttrafik?

Genom att de flygplan, som ingår i problembakgrunden, kontinuerligt förändrar sitt läge i luftrummet medför detta, att en del relationer mellan data t ex kursskillnader efter viss tid upphör att vara giltiga. Nya relationer måste då upprättas, t ex genom att nya kurser tilldelas. Sådana förhållanden uppträder frekvent på så att

- ankommande flygplan ledes mot ett i sid- och höjdled begränsat område för inflygning,
- luftrumets övriga utformning och tillgänglighet påkallar förändringar,
- gränser för godkänd separation uppnås med avseende på deras minimigränser,
- avgående och ankommande trafik erfordrar kursändringar,
- trafikintensiteten medger endast kortsiktiga separationslösningar och
- flygtrafiken har höga hastigheter (militära flygplans hastighet i terminalområdet är oftast 550 km/h eller mer).

Den dynamiska strukturen hos problembakgrunden med en tidsmässigt mycket begränsad giltighet för varje datarelation medför, att konstaterande av konflikter och upprättande av nya datarelationer blir avgörande komponenter i flygledarens arbetsmetodik.

Flygledarens utnyttjande av databord och strippar ger möjlighet att skriva ned data om flygtrafik under kontroll, men detta förfarande ersätter inte den kognitiva struktur av relationer, som upprättats mellan data. Bakgrunden till detta påstående är, att inom problembakgrunden verkar tidsfaktorn och trafikintensiteten begränsande på möjligheterna att via ett uppföljningssystem erhålla en kognitiv bild av relationerna mellan flygplan. Upp-

följningssystemet tjänar därför som en databank, där de numeriska värdena om trafik under kontroll återfinnes och nedskrivs; några relationer återges däremot inte. Det är därför inte möjligt att basera arbetet inom en flygkontrolltjänst på en mekanisk hantering av data via ett databord. Ett sådant förfarande kan ej genomföras utan svårighet ens i en enkel beslutssituation med få inblandade flygplan, eftersom dessa representerar förlopp i ett tredimensionellt system och där förloppen kräver att sådana inbördes relationer upprättas, att de, med hänsyn till sitt slutmål, kan fortlöpa utan konflikt-risk. Om nu, som fallet oftast är i verkligheten, antalet flygplan under kontroll är 8-10 och samtliga med separata förlopp innebär detta, att de relationer, som etablerats mellan förloppen, undgår tidsmässig förändring, och att nya relationer måste upprättas kontinuerligt. Memorering av datastrukturen är därför nödvändig, och möjligheterna till en mekanisk hantering av data med hjälp av ett databord är därför minimal. Databordet tjänar därför som ett mekaniskt datastöd och då speciellt för data, som har en längre varaktighet än färdtillståndsdata.

Totalt sett karaktäriseras flygkontrolltjänsten av ett stort informationsflöde, vilket innehåller olika datatyper men där data, som direkt ingår i färdtillstånden genom sin kortvariga och unika karaktär att skapa relationer, utgör en klass för sig. Denna senare typ av data ställer dessutom kapacitetskrav på de processer, som reglerar korttidsmemoreringen. Genom sin specifika karaktär är det möjligt att anta, att dessa data åstadkommer en ekonomisering i korttidsmemoreringen och på så sätt lämnar utrymme för ytterligare minneskapacitet åt övriga för varje trafikledningssituation relevanta data eller i varje fall lämnar kapacitet över till problemlösningsprocessen. Det senare är speciellt viktigt, eftersom datamemorering endast får utgöra en del i den kognitiva metodiken för att kontrollera flygtrafiken.

I en studie (Mattsson, 1971) har visats, att det föreligger ett positivt samband ( $r_{xy} = 0,61$ ) mellan memoreringsförmåga och beslutsfattande inom flygkontrolltjänsterna. I detta fall baserade sig mätningen av det aktiva verbala korttidsminnets kapacitet på de informationsmängder, som återfanns i två typer av trafikledningsfraser:

- 1) Initialinformation från flygplan till flygkontrollorgan vid instrumentflygning och
- 2) Färdtillstånd för stigning efter start.

Minnesexperimentet hade stimuli och stimulimiljöer med fullständig yrkesrelevans, och resultatet kunde direkt jämföras med respektive flygledaraspirants förmåga till korrekt beslutsfattande. Experimentets utformning tillät

emellertid inte ett studium av grupperings- och memoreringsteknik, och ej heller kunde experimentet pågå sin yrkesrelevans utnyttjas för ett studium av denna minnesförmåga hos presumtiva sökande till flygledarutbildningen.

Studien, som utförts på militära flygledaraspiranter, vilka genomgått utbildning i procedurtrafikledning, d v s flygkontrolltjänst utan radar, omfattade dels ett studium av förmågan till ett effektivt beslutsfattande då procedurtrafikledning utfördes och dels ett minnesexperiment, som belyste förmågan till korttidsmemorering.

Av de aspiranter, som deltog i studien, avskiljdes sedan under utbildningens gång sex individer. En analys av dessa individers uppnådda resultat i studien över beslutsförmåga visade, att de sex aspiranterna hade de sex sämsta resultaten. Dessutom hade fem av dem ej uppnått godkänt resultat med avseende på den gräns, som satts upp för godkänd prestation (beslutsförmåga). Den sjätte aspiranten hade ett resultat, som låg strax över denna gräns.

En jämförelse mellan de aspiranter, som godkänkts i utbildningen, och de sex aspiranter, som avskiljts, visade med avseende på minnesexperimentet, att det förelåg en signifikant skillnad ( $p < .02$ ) mellan dessa gruppers resultat.

I den följande framställningen kommer, mot bakgrund av det som tidigare berörts om datalagring och korttidsminne, två hypoteser att ställas upp om psykologiska funktioner i informationsbehandlingen inom de beskrivna databehandlingsnivåerna: Problembakgrund och Datatillskott. Varje hypotes kommer att diskuteras utifrån sin psykologiska förankring med avseende på teori och relevanta forskningsresultat.

### Förutsättningar för Hypotes I

Visuella och auditiva minneskomponenter registrerar och lagrar kontinuerligt data om trafik under kontroll. Kapaciteten, uttryckt som en kvantitativ variabel hos dessa minneskomponenter, är av betydelse för beslutsfattandet inom flygkontrolltjänsterna. Genom att jämföra flygledare med personer, kompetenta att söka till flygledarutbildning, är det möjligt att studera dessa minneskomponenter och kartlägga kapacitetens påverkan av såväl inlärning som grundläggande skillnader mellan individgrupperna med avseende på förmågan till aktiv korttidsmemorering.

### Hypotes 1

Flygledare uppvisar relativt personer med kompetens att söka till flygledarutbildning en större återgivning av data, då datamängder med yrkesrelevans korttidsmemorerats via följande memoreringsprocesser:

- 1) Visuell registrering,
- 2) Aktiv verbal memorering och
- 3) en kombination av visuell registrering och aktiv verbal memorering.

Flygledarnas större återgivning av data är produkten av en inlärd förmåga till organisation och gruppering av data med yrkesrelevans och en viss grundläggande förmåga till aktiv korttidsmemorering.

### Begreppsbestämning

Begreppet "Visuell registrering" ges här en tidsmässigt vidare betydelse än vad fallet normalt är. Visuell registrering inkluderar den retinala bilden och det kortvariga ikoniska minnet, experimentellt fastställt till sin existens av bl a Sperling (1960 a) och Averbach och Coriell (1961), men är i tidsdimensionen längre än detta. För att ge den visuella registreringen en mera precis innebörd, skall betydelsen av det ikoniska minnet fastställas.

Begreppet "Ikoniskt minne" har etablerats av Neisser (1966 a) men, som ovan nämnts, experimentellt undersökts betydligt tidigare. Neisser lämnar följande beskrivning av begreppet: "The persistence of visual impressions makes them briefly available for processing even after the stimulus has terminated. This stage of cognition is here called iconic memory".

Sperling (1960 a) genomförde ett tachistoscopiskt experiment med en stimulus varaktighet av 50 m sek. Tiden är här så tilltagen, att den väl förhindrar direkta ögonrörelser. Stimulus var rektangulära rader av bokstäver, som försökspersonen skulle läsa. Endast fyra eller fem bokstäver kunde korrekt återges oavsett hur många bokstäver som presenterades. Emellertid kunde Sperling vid s k partiala återgivningar erhålla en 100-procentig återgivning av en med signal markerad rad. Signalen var en ton, som med olika "pitch" angav den rad som skulle återges. Emellertid sjönk säkerheten i återgivningen om tonen fördröjdes även en bråkdel av en sekund, och med en fördröjning av en sekund eller mer, så sjönk säkerheten till den tidigare återgivningen d v s fyra till fem bokstäver. Mayzner et al (1964) och Eriksson & Steffy (1968) utförde experiment där de konstaterade att någon försvagning i säkerheten vid återgivning ej skedde över de första 700 m sek. Även om resultatsskillnader föreligger, så kan det anses vara säkerställt, att

visuellt input kan kortvarigt lagras i något medium, vilket är utsatt för mycket snabb försvagning. Sperlings data tyder på att det ikoniska minnet ~~varar~~ ~~approximativt en sekund, eftersom en sekunds fördröjning~~ vid partiell återgivning inte medförde en större säkerhet än vid full återgivning. Översättningen från det visuella mediet till ett verbalt kan alltså pågå så länge som den ikoniska bilden är tillgänglig.

Sperling (1963, s 20) ger en mycket enkel beskrivning av den verbala kodningen, som han beskriver i tre steg: "(1) The observer sees the stimulus material for a short time. (2) He scans it, selecting certain information to rehearse (verbally). (3) He later reports what he remembers of his rehearsal". Naturligtvis kan man inte dra den slutsatsen att detta är det enda sätt på vilket visuell information kan bevaras. Hela den integrativa process, som transformerar de retinala bilderna till en stabilt varsebliven värld, är naturligtvis en process, som sträcker sig utanför verbala transformationer. Emellertid avser det i antagande I framförda begreppet "Visuell registrering" en memoreringsprocess, som förutsätter en verbal transformering av stimulus, och där stimulus varaktigheten ger utrymme för "scanning" och "rehearsal".

Begreppet "Rehearsal" är kontroversiellt eftersom ingen forskare har kunnat lägga fram tillräckliga skäl till varför och hur rehearsal inverkar på memorering. Norman (1969, s 68) säger bl a följande om rehearsal: "Very little is known about rehearsal, except that it appears to be beneficial - perhaps even necessary - to the learning of verbal material". Liksom för rehearsal är inte betydelsen av scanning helt klargjord. För att ta hänsyn till dessa begreppssvagheter i Hypotes I ges som nämnts tidsmässigt utrymme för nämnda processer. Utifrån praktiska tillämpningar med radar inom flygkontrolltjänsterna ges begreppet "Visuell registrering" följande innebörd: Visuell registrering är den process, som innebär att visuellt iakttagen kursinformation transformeras till verbal form och lagras i det aktiva verbala minnet.

Begreppet "Aktiv verbal memorering" användes här som det har beskrivits av Neisser (1966, s 219), nämligen som: "Immediate memory interpreted as a manifestation of auditory synthesis extended over time".

Av betydelse för knytningen av det aktiva verbala minnet till memoreringen av data vid procedurtrafikledning och även data, som ej registreras visuellt direkt på radar vid radartrafikledning, är den jämförelse, som kan göras

mellan det Ikoniska minnet och det Ekoiska minnet samt den artdifferens, som finns mellan ekoiskt minne och aktivt verbalt minne. Eftersom auditivt input alltid är utsträckt över tid, så måste något slag av kortvarigt minne bevara det tillräckligt länge för att ge utrymme åt talperceptionsprocesserna. Detta kortvariga minne benämnes ekoiskt minne och motsvarar i mycket den beskrivning, som William James (1890, s 643) ger det minne, som han benämner "Primary memory". Emellertid skall parallelliteten i begreppsbeskrivningen inte dras alltför långt, eftersom James avsåg att beskriva ett minne, som tillät en beskrivning av stabiliteten hos "The specious present", d v s den korta integrerade del av tiden, som en individ upplever som "Händer nu" snarare än "Redan över". Det ekoiska minnet kan emellertid vara i flera sekunder och avsevärt överstiga tidsbegreppet "The specious present". Likheten mellan det ekoiska och det ikoniska minnet ligger framför allt i att båda begreppen representerar en kortvarig lagringsmekanism för sensorisk information.

Skilnaderna däremot ligger ytterst i perceptionen av information, men även i minnenas förmåga att bevara information över tid. Det ekoiska minnets varaktighet har studerats av bl a Pollack (1959), Guttman och Julesz (1963) och Eriksen och Johnson (1964). Varaktighet upp till 10 sekunder efter upphörandet av originalstimulering har kunnat konstateras. Ur flygtrafikledningssynvinkel är distinktionen mellan ekoiskt och aktivt verbalt minne intressant. Neisser (1969, s 226) gör följande allmänna kommentar:

"One is passive, the other is active; one is continuous, the other segmented; one is composed of sounds, the other of speech; one seems to decay rapidly, the other can be renewed indefinitely through rehearsal. Nevertheless, both seem to be basically auditory".

Det aktivt verbala minnet har en direkt anknytning till den dataregistrering, som förekommer inom flygkontrolltjänsterna, eftersom varje datum (t ex kurs, höjd eller avstånd) i informationsflödet förutsätter segmentering, verbal talform och varaktighet. Detta är helt enligt kraven på perceptionen och bevarandet av data i beslutsprocessens datanivå I (Problembakgrunden).

Det aktiva verbala minnet är en kvantitativt välstuderad psykologisk variabel. I det sammanhanget är Millers (1956 a) formulerade "The magical number problem" även kallat " $7 \pm 2$ ", välkänt och hänför sig till begreppet "The span of immediate memory". Med detta begrepp avses det antal items, som korrekt kan återges från den mängd av items, som man nyss hört. Normalt ligger detta minnesspan runt sju, men en hel del variation förekommer.

Speciellt viktigt synes gruppering och organisation av inputsekvenserna i enheter eller "chunks" vara för den samlade informationsmängden i minnet. Experiment utförda av Bill a Pollack och Johnsson (1965) visar betydelsen av sådana grupperingar. Det kanske mest kända exemplet i detta sammanhang är det av Smith (1954), återgivet av Miller (1956), rapporterade experimentet med återgivning av binära siffror sammanförda till chunks och transformerade till decimala tal. Informationsmängden ökade avsevärt inom minnesspannets ram för återgivning.

Naturligtvis är inte det aktiva verbala minnets natur uttömd genom den beskrivning som givits här. En fortsatt diskussion om andra verksamma egenskaper hos detta minne kommer därför att behandlas i anslutning till Hypotes II.

### Förutsättningar för Hypotes II

Den beslutssituation, som flygledaren ställs inför vid reglering av flygtrafik inom flygkontrolltjänsterna, uppstår genom tillkomst av datanivå II, d v s tillkomst av data från en ny informationskälla. De data, som förekommer i det nya informationsflödet, registreras av flygledaren och adderas till den datamängd, som finns om datanivå I, problembakgrunden. Om man nu beaktar användningen av radar och låter problembakgrunden inkludera såväl visuellt som auditivt registrerad information, så kan den nytillkomna informationen i sina avpassade datamängder få flera hypotetiska konsekvenser för det aktiva verbala minnet. Innan dessa konsekvenser ges en mera precis innebörd skall ytterligare några trafikledningspraktiska och psykologiska synpunkter ges på det aktiva verbala minnets roll i regleringen av flygtrafik.

Inom flygkontrolltjänsterna förekommer med avseende på beslutsfattandet en varierande datamängd inom datanivå I. I vissa fall upplever flygtrafikledaren att den egna förmågan att ta emot information har mättats (Se överkategori "Reglerar vid stort trafikflöde", kapitel 2). Problembakgrunden i varje enskilt beslutsfattande kan alltså variera i datamängd, men nå en sådan nivå, att individen upplever en mättnad i förmågan att ta emot ytterligare data. Om man nu beaktar en enskild beslutssituation, så kommer man inte ifrån, att flygtrafikledaren måste jämföra nytillkomna data från datanivå II med memorerade data om problembakgrunden. En fråga, som då direkt berör det aktiva verbala minnets natur, är: Vilken inverkan har nytillkomna data på den memorerade datamängden från problembakgrunden? - Tidigare har påpekats det faktum, att problembakgrunden är dynamisk, och

att dess data således förändras över tid. Detta innebär, att tidsintervallet för varje datums giltighet är beroende av datumets relationer till övriga data inom problembakgrunden. Konsekvenserna av datas tidsmässigt begränsade giltighet blir bl a, att deras exakta värden i en viss besluts-situation fastställs, då problemlösningsprocessen påbörjas, d v s när datanivå II tillkommit.

Den datalagring, som sker i det aktiva verbala minnet, har tidigare behandlats utifrån specifika mätningar av minnesspannets storlek, utan att klart ta ställning till den påverkan på återgivning av data som sker, då memoreringsprocessen utsättes för distraherande material. Inom den psykologiska litteratur, som behandlar korttidsminnet, har denna påverkan givit upphov till två teoririktningar om glömska: Decay theory och Interference theory. Båda teorierna har intresse i detta sammanhang, eftersom de har underbyggts av experiment, som visar, att en försämrad återgivning av data inträffar, då distraherande material tillföres. Sådana resultat har uppnåtts i många experiment av forskare inom båda teoriområdena. I sammanhanget kan hänvisas till experiment utförda av bland andra Brown (1958), Peterson och Peterson (1959), Murdock (1961), Waugh och Norman (1965) och Wickelgren (1965 a och 1966 a). Det betydelsefulla för denna framställning är emellertid, att båda teorierna predicerar en snabb glömska, som resultat av interfererande aktivitet.

Flera faktorer påverkar det aktiva verbala minnet, då interfererande material tillkommer vid en specifik memorering. Med avseende på dataflödet inom flygkontrolltjänsterna begränsas antalet påverkande faktorer till två huvudgrupper nämligen: Datalikhet och stimulusduration. Wickelgren (1965 a och 1966 a) bland andra har visat, att interferensens storlek beror på den auditiva eller lingvistiska likheten mellan det material, som skall återges och det interfererande materialet. Detta konstaterande synes ha konsekvenser för det aktiva verbala minnet vid ett samtidigt och innehållsmässigt lika dataflöde från radarskärm och kommunikationsutrustning, speciellt då data utgöres av kurser uttryckta i grader. Det är inte avsikten att här diskutera ett datums lingvistiska struktur, men kompassens indelning i 360 grader tillåter en mängd kombinationer med närliggande uttalsmässiga likheter. Dessutom förekommer inom flygtrafikledning med och utan radar ett dataflöde, där flera data kan ha exakt samma numeriska värde, t ex samma gradtal. Man kan av dessa skäl inte utesluta en påverkan på dataåtergivningen, då ursprungsdata (kursangivelser i datanivå I) och interfererande data (kursangivelser i datanivå II) skall beaktas i en problemlösning.

Stimulusdurationen spelar en betydande roll vid korttidsmemorering. Verbal kodning, gruppering och "rehearsal" är processer, som är beroende av stimulus varaktighet. Om inte stimulusdurationen är tillräcklig, så ges ej heller ett tillräckligt utrymme för dessa processer, och följden blir en bristfällig memorering.

Återgivningen av data från det aktiva verbala minnet har visat sig vara direkt beroende av stimulusdurationen. En försämrad återgivning har kunnat konstateras vid såväl snabb som långsam presentation av stimulus. Yntema et al. (1964) har i en experimentell studie visat att minnesspannet påverkas av hög presentationshastighet så, att en kvantitativt mindre återgivning erhålles. Motsvarande resultat har påvisats vid låg presentationstid. Exempel på sådana resultat har påvisats bl a av Conrad & Hille (1958), Posner (1964 b) och Mackworth (1965).

Den stimulusduration, som förekommer med avseende på data inom flygkontrolltjänsterna, ligger inbyggd i talkommunikationsprocessen och i den visuella perceptionen, som äger rum på radar; inom flygplatskontrolltjänsten sker dessutom en direkt visuell perception. Stimulusdurationen omfattar i dessa fall den tid, som åtgår för uttalet av respektive datum eller den tid, som med hänsyn till trafikintensiteten, åtgår för att konstatera det numeriska värdet av ett datum eller en datarelation. Tidsutrymmet för verbal kodning, gruppering och rehearsal är därför begränsat och betydelsen av att effektivt organisera och gruppera data i meningsfulla memoreringsenheter är påtaglig. Sådana meningsfulla enheter erhålles, som tidigare påtalats, genom att datarelationer upprättas.

Utöver det, som traditionellt lagts i begreppet Interference, synes tillkommande data från en ny informationsmängd utöva ytterligare en effekt på tidigare memorerade datamängder. Denna påverkan uppstår genom att antalet nytilkomna data överstiger tillgänglig minneskapacitet. En sådan situation borde därför medföra dataförlust.

Även om data i det beskrivna fallet registreras via strippsystem och databord kommer en dataförlust att medföra en kapacitetsnedgång hos flygledaren. Detta kan vid en hög trafikintensitet leda till en bristande eller upphörd kontroll över den totala trafikmängden och då speciellt påverka data om trafik, som står i separationsförhållande.

### Hypotes II

Då den aktiva verbala minneskapaciteten utnyttjats nästan maximalt medför en tillkomst av ytterligare data, att dataförlust uppstår i den memorerade datamängden om data i denna mängd ej är meningsfullt relaterade. Genom att utnyttja datarelationer vid memoreringen av kursdata blir denna dataförlust mindre hos flygledare än hos personer, som är kompetenta att söka till flygledarutbildning. Dataförlusten blir dessutom mindre vid en ökad stimulusduration men på grund av skillnader i organisation och gruppering av stimuli samt grundläggande skillnader i förmågan till korttidsmemorering bibehålles skillnaderna i retentionsstorlek mellan grupperna.

## KAPITEL VI

Experimentella studier av minnes-  
funktioner

Samtliga experiment i detta kapitel har till syfte att pröva de två hypoteser, som presenterades i kapitel 5. Experimenten kommer därför att studera förmågan till korttidsmemorering hos flygledare, flygledaraspiranter och studenter, som en funktion av inläring och en grundläggande förmåga till korttidsmemorering.

De tre första experimenten kommer att belysa visuell registrering och aktiv verbal memorering vid visuell, auditiv och samtidig visuell och auditiv presentation av stimulus. I dessa experiment användes ett yrkesrelevant stimulus, kursdatum, för uppbyggnad av memoreringssituationerna.

I det fjärde experimentet utnyttjas ett för flygledaryrket neutralt stimulus i memoreringssituationerna, och syftet är att belysa förmågan till korttidsmemorering då en sådan stimulustyp användes.

I experiment 5 kommer slutligen att studeras en eventuell retentionsförlust vid återgivning av data inom problembakgrunden då nytillkomna data inverkar på memoreringsprocessen.

## Experiment 1

I experiment 1 studerades retentionen vid visuell registrering. Experimentet hade till syfte att pröva följande hypotes:

- Om flygledarna har en större retention av kursdata vid visuell registrering än personer, som är kompetenta att söka till flygledarutbildning, så är detta en funktion av en större grundläggande förmåga till visuell registrering och ett utnyttjande av en yrkesrelevant, inlärd teknik vid gruppering av kursdata i meningsfulla memoreringsmängder.

Metod

Stimuli: Stimuli bestod av visuella kurskonstruktioner analoga med ett flygplans räta rörelse på en plan polär radarindikator. Varje stimulus bestod av en liten fylld cirkel med en pil som kurslinje, liggande på en utdragen cirkelradie. För att kunna erhålla en tillräcklig mängd av lättidentifierade kurser för varje memoreringssituation utnyttjades cirkelns indelning i 360 grader. Cirkelvarvet indelades i 45-gradersvinklar med 45 grader

som första vinkel. Följande åtta vinklar erhöles:  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $135^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $225^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$ ,  $315^{\circ}$  och  $360^{\circ}$ . De åtta vinklarna utgjorde sedan de riktningar i vilka de beskrivna kurslinjerna pekade. Varje memoreringssituation kom att bestå av de åtta vinklarna i form av en diabild för tachistoscopisk presentation.

20 memoreringssituationer presenterades med slumpad ordning mellan vinklarna.

Experimenten indelades i tre grupperingar enligt följande:

1. Experimenten 1 och 2
2. Experiment 3 (Två värden på oberoende variabeln)
3. Experiment 5 (Två värden på oberoende variabeln)

Tabell 15 nedan visar försökspersonernas fördelning inom varje grupp av försökspersoner över antalet experimentordningar.

Tabell 15. Antal försökspersoner över ordningar av experimentsgrupperingar

| Antal försökspersoner |         | Ordningar av experimentsgrupperingar |   |   |
|-----------------------|---------|--------------------------------------|---|---|
| *F1 och S             | *F1.asp |                                      |   |   |
| 3                     | 3       | 1                                    | 2 | 3 |
| 3                     | 3       | 1                                    | 3 | 2 |
| 3                     | 3       | 2                                    | 1 | 3 |
| 3                     | 3       | 2                                    | 3 | 1 |
| 3                     | 3       | 3                                    | 1 | 2 |
| 3                     | 2       | 3                                    | 2 | 1 |

\* F1 = flygledare    S = studenter    F1.asp = flygledaraspiranter

Antal ordningar av grupper var, som tabell 15 visar,  $3!(3\text{-fakultet})$ , vilket innebar en fördelning av försökspersoner med en sjättedel av totala antalet för varje ordning.

För att ta hänsyn till effekterna av ovidkommande variabler inom experimentgrupperna 1, 2 och 3, randomiserades presentationsordningen av de experimenten inom experimentgrupperna för varje försöksperson.

Procedur: Försökspersonerna var placerade på cirka en meters avstånd framför en mattglasskiva på vilken memoreringssituationerna visades. Experimentet inleddes med ett förförsök, som omfattade fem memoreringssituationer. Responsregistrering utfördes på det sätt, som beskrivits under punkten "Beroende variabel".

Memoreringsituationernas presentationstid var 12 sekunder, vilket är den

tid, som svarar mot den auditiva presentationen av memoreringssituationerna i experiment 2, 3 och 5.

Presentationen av memoreringssituationerna (diabilderna) skedde automatiskt med tachistoscop på en halvgenomskinlig skärm enligt en fastställd procedur. Med hjälp av en bandspelare av märke Tandberg genererades inspelade startpulser till tachistoscopet. Stimulusdurationen eller presentationstiden hölls konstant med en dekadisk tidmätare och tillhörande kanaltillsats. Kanaltillsatsen tillät inställning av en tidssekvens över fyra kanaler. I experiment 1 utnyttjades endast en kanal för att mäta tidsintervallet 12 sekunder, stimulusdurationen, och generera input för bildväxling. Den repetitiva tidssekvensen i experimentet hade följande förlopp: Presentationsperiod, 12 sek - Responsperiod, 20 sek - Presentationsperiod, 12 sek - Responsperiod, 20 sek - o s v.

En pausprojektor, kopplades automatiskt in, då stimulus terminerade och gav ett postexponerande fält, som i ljushet svarade mot stimulusbakgrunden. Stimuli (vinkelrepresentationerna) var svarta.

Beroende variabel: Den beroende variabeln i experiment 1 var retentionen av de visuellt registrerade memoreringssituationerna. Retention avgavs omedelbart då stimulus upphörde och registrerades genom att försökspersonen i siffror skrev ned de vinklar, som han kom ihåg. Ett formulär för retentionsregistrering hade tagits fram, och för varje memoreringssituation fanns åtta rutor i rad, vilka representerade vinklarnas ordning från vänster till höger. Kravet på retentionen var således att vinklarna skulle skrivas i gradtal i rätt ruta.

Försökspersoner: Tre grupper av försökspersoner deltog i experiment 1. Grupperna benämnes i fortsättningen för experimentgrupper.

Experimentgrupp 1 utgjordes av 18 aktiva flygtrafikledare, slumpmässigt dragna från flygtrafikledare vid en flygplats med kontrollcentral. Experimentgruppen anses representativ för gruppen flygtrafikledare genom att samtliga flygtrafikledare som ingick, hade behörighet som procedur och radartrafikledare samt formell kompetens eller behörighet för flygplatskontrolltjänst.

I experimentgrupp 2 ingick två utbildningsomgångar av flygledaraspiranter med tillsammans 17 individer. De två utbildningsomgångarna hade vid test-tillfället jämförbar utbildningstid och var utan erfarenhet av radar. Inom varje utbildningsomgång hade avskiljningar av aspiranter ägt rum. Innan dessa avskiljningar vidtagits hade förmågan till beslutsfattande fastställts med den experimentella teknik, som framtogs av Mattsson (1971) och som påtalats i kapitel 5. I samtliga fall av avskiljning från utbildningen (totalt åtta aspiranter) hade de berörda aspiranterna, enligt skolkollegium, en icke acceptabel förmåga att utöva flygkontrolltjänst. Detta överensstämde med mätningar av beslutsförmågan.

Experimentgrupp 3 utgjordes av 18 försökspersoner med formell teoretisk kompetens för att bli antagna till flygledarutbildning, d v s studentexamen eller motsvarande teoretisk utbildning. Försökspersonerna drogs enligt principen för "Obundet slumpmässigt urval, OSU" ur populationen inskrivna studenter vid Uppsala universitet, vårterminen 1973. Antalet studenter var 15 841.

Kontroll av ovidkommande variabler: För att minimera de skillnader, som kunde föreligga mellan flygledare och studenter med avseende på kunskap om cirkelns indelning i 45-gradersvinklar samt erfarenheter av att överföra en visuellt registrerad vinkelpresentation i form av en pil till gradtal, fick samtliga studenter genomgå ett träningsprogram. Detta avsåg att lära ut cirkelns indelning i 45-gradersvinklar samt överföringen av vinkelrepresentationerna till gradtal. Kunskapskontroll utfördes innan studenterna deltog i experimenten. Denna kunskapskontroll innebar, att försökspersonen verbalt återgav vinkelgradtalen från vänster till höger, då en memorerings-situation presenterades. Kriterium för acceptabel prestation var, att samtliga ingående åtta vinklar skulle återges korrekt inom presentationstiden 12 sekunder. Denna tid motsvarar presentationstiden i såväl experiment 1 som experiment 2 samt första delexperimenten i experiment 3 och 4.

Eftersom samtliga försökspersoner skulle delta i de experiment, som ingick i hela experimentserien, antogs det att inlärnings- och trötthetseffekter kunde förekomma. Av detta skäl tillgreps "Incomplete counterbalancing" - McGuigan (1968, s 134).

Tabell 16. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och medelvärdesdifferenser,  $\bar{x}$ -diff för flygledare, Fl, flygledaraspiranter, Fl.asp, och studenter, S.

| Experiment-grupp | $\bar{x}$ | $\bar{x}$ -diff<br>Fl | Fl.asp | S   |
|------------------|-----------|-----------------------|--------|-----|
| Fl               | 4,4       | -                     | 0,6    | 1,3 |
| Fl.asp           | 3,8       |                       | -      | 0,7 |
| S                | 3,1       |                       |        | -   |

En övergripande variansanalys utfördes gemensamt för experimenten 1, 2, 3 och 5. Resultaten framgår av tabell 17.

Tabell 17. Variansanalys av experimentgruppernas retentionsskillnader i experimenten 1, 2, 3 och 5.

| Källa                | SS      | df               | MS     | F       |
|----------------------|---------|------------------|--------|---------|
| 1. A                 | 107,140 | p-1 = 2          | 53,570 | 17,314* |
| 2. Fp inom grupper   | 154,700 | N-p = 50         | 3,094  |         |
| 3. B                 | 32,653  | q-1 = 5          | 6,531  | 35,835* |
| 4. AB                | 3,883   | (p-1)(q-1) = 10  | 0,388  | 2,132   |
| 5. BxFp inom grupper | 45,470  | (N-p)(q-1) = 250 | 0,182  |         |

\* p < .01

Av tabell 17 framgår, att signifikans erhöles för såväl variabel A som variabel B (experimenten).

Signifikansprövning av experimentgruppernas skillnader i återgivning av kursdata vid visuell registrering återges i tabell 18.

Tabell 18. Resultat från signifikansprövning av skillnader mellan experimentgruppernas medelvärden vid visuell registrering

| Jämförelse  | $\bar{x}$ -diff | $t^*$ | $t_{\alpha/2}^{**}$ | p    |
|-------------|-----------------|-------|---------------------|------|
| F1 - Fl.asp | 0,6             | 2,17  | 2,00                | <.05 |
| F1 - S      | 1,3             | 4,78  | 2,66                | <.01 |
| Fl.asp - S  | 0,7             | 2,54  | 2,00                | <.05 |

\* Felterm =  $MS_{inom\ celler}$  = "Pooled error" (Kirk, 1969, s 265)

\*\* Korrigerad signifikansnivå för "Pooled error" (Kirk, 1969, s 269)

Tabell 18 visar, att flygledarnas retention av kursdata vid visuell registrering är större än motsvarande retention hos flygledaraspiranter och studenter. Dessutom är flygledaraspiranternas retention större i detta avseende än studenternas.

Tabell 19. Försökspersonernas fördelning i experiment 1 över olika storlekar av det aktiva verbala minnesspannet i absoluta, relativa och kumulerade frekvenser.

| Minnesspann (M)<br>Intervall | Absolut frekv |        |    | Rel. frekv % |        |      | Kum frekv % |        |       |
|------------------------------|---------------|--------|----|--------------|--------|------|-------------|--------|-------|
|                              | F1            | Fl.asp | S  | F1           | Fl.asp | S    | F1          | Fl.asp | S     |
| $5 \leq M < 6$               | 5             | 1      | 1  | 27,8         | 5,9    | 5,6  | 27,8        | 5,9    | 5,6   |
| $4 \leq M < 5$               | 8             | 3      | 3  | 44,4         | 17,7   | 16,7 | 72,2        | 23,6   | 22,3  |
| $3 \leq M < 4$               | 4             | 9      | 6  | 22,2         | 52,9   | 33,3 | 94,4        | 76,5   | 55,6  |
| $2 \leq M < 3$               | 1             | 4      | 6  | 5,6          | 23,5   | 33,3 | 100,0       | 100,0  | 88,9  |
| $1 \leq M < 2$               | -             | -      | 2  |              |        | 11,1 |             |        | 100,0 |
| Totalt                       | 18            | 17     | 18 |              |        |      |             |        |       |

Tabell 19 visar, att nära tre fjärdedelar (72,2 procent) av gruppen Flygledare hade en retention, som var större eller lika med fyra enheter. Inom grupperna Flygledaraspiranter och Studenter uppvisade däremot en knapp fjärdedel (23,6 respektive 22,3 procent) motsvarande retention. Om man betraktar en retention större än tre enheter, så finner man att ca 95 procent av Flygledarna ligger över denna gräns. För Flygledaraspiranterna och studenterna gäller att ca tre fjärdedelar respektive hälften hade en retention överstigande tre enheter. Inga Flygledare och Flygledaraspiranter uppvisar en retention mindre än två enheter, medan ca 11 procent av Studenterna ligger under denna gräns.

För att erhålla svar på frågan: Utnyttjar flygledarna en yrkesrelevant, inlärd teknik för organisation och gruppering av data i memoreringsmängder vid visuell registrering, utfördes en speciell analys av gruppernas retentionsresultat.

En summarisk analys indikerade, att det förelåg skillnader mellan flygledarna och de båda andra experimentgrupperna i sättet att återge data. Detta bestod i att data, som stod i specifika relationer till varandra, konfliktrelationer, hade grupperats tillsammans. Grupperingarna kunde dessutom bestämmas enligt följande:

A. Dyad-gruppering: Två på varandra följande kursdata, som stod i ett konfliktförhållande till varandra, bildade en dyad. Situationen bestämdes av att vinkeln mellan kursdata gav upphov till en tänkt konfliktpunkt. Vinkelskillnaden mellan kurslinjerna var  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  eller kontrakurs. I det senare fallet återgavs även kursdata, som hade parallellavstånd, exempel 3 nedan.

Exempel på Dyader:

1)



2)



3)



B. Triad-gruppering: Tre på varandra följande kursdata, som stod i ett konfliktförhållande till varandra, bildade en triad. Situationen bestämdes på samma sätt som vid Dyad-gruppering.

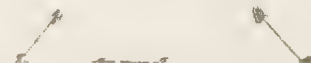
1)



2)



3)



Resultaten från analysen av experimentgruppernas återgivning av Dyader och Triader framgår av tabell 20.

Tabell 20. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och varianser,  $s^2$ , för experimentgrupperna vid återgivning av Dyader och Triader

| Experimentgrupp | $\bar{x}$ |         | $s^2$  |         |
|-----------------|-----------|---------|--------|---------|
|                 | Dyader    | Triader | Dyader | Triader |
| F1              | 15,8      | 12,5    | 3,62   | 3,23    |
| F1.asp          | 4,5       | 4,8     | 5,95   | 1,90    |
| S               | 4,1       | 4,5     | 7,10   | 5,13    |

Erhållna skillnader i gruppmedelvärden prövades med t-test. Resultatet framgår av tabell 21.

Tabell 21. Resultat från signifikansprövning av skillnader mellan experimentgruppernas medelvärden vid återgivning av Dyader och Triader

| Jämförelse  | $\bar{x}$ -diff |         | t                  |                    |
|-------------|-----------------|---------|--------------------|--------------------|
|             | Dyader          | Triader | Dyader             | Triader            |
| F1 - F1.asp | 11,3            | 7,7     | 14,89 <sup>x</sup> | 13,75 <sup>x</sup> |
| F1 - S      | 11,8            | 8,0     | 14,86 <sup>x</sup> | 11,41 <sup>x</sup> |
| F1.asp - S  | 0,5             | 0,3     | 0,56               | 0,46               |

<sup>x</sup>p <.01

Av tabell 21 framgår, att det föreligger en signifikant skillnad mellan flygledarna och de båda andra experimentgrupperna i sättet att återge kursdata vid visuell registrering. Återgivningssättet är ett uttryck för den yrkesrelevanta, inlärd gruppering av data, som är möjlig genom att dessa formar meningsfulla relationer, konfliktrelationer.

Påståendet, att flygledarnas grupperingsteknik är inlärd, dokumenteras av följande två iakttagelser: (1) Det är en signifikant skillnad i retentionsstorlek vid visuell registrering mellan flygledare och flygledaraspiranter, och (2) denna skillnad bortfaller, som kommer att visas i experiment 4, då icke yrkesrelevanta stimuli användes vid memoreringen.

Någon skillnad i sättet att gruppera data kunde ej konstateras mellan flygledaraspiranter och studenter med avseende på den presenterade yrkesrelevanta grupperingstekniken. Ej heller gav data för dessa grupper anledning att

anta någon annan grupperingsteknik, som grund för erhållna retentionsskillnader.

De redovisade resultaten i experiment 1 har sammanfattningsvis varit följande:

- Det föreligger signifikanta skillnader i retentionsstorlek mellan flygledare och de båda andra experimentgrupperna vid visuell registrering av kursdata
- Flygledarna har utnyttjat en yrkesrelevant, inlärd teknik för gruppering av kursdata i meningsfulla memoreringsmängder
- Det föreligger en signifikant skillnad i retentionsstorlek mellan flygledaraspiranter och studenter vid visuell registrering av kursdata
- Någon skillnad i sättet att gruppera kursdata har ej kunnat konstateras mellan flygledaraspiranter och studenter.

## Experiment 2

I experiment 2 studerades retentionsskillnader mellan experimentgrupperna vid aktiv verbal memorering då stimulus presenterades auditivt. Experimentet utgjorde därför en prövning av följande hypotes:

- Om flygledarna har en större retention av auditivt presenterade stimuli, kursdata, vid aktiv verbal memorering än personer, som är kompetenta att söka till flygledarutbildning, så är detta en funktion av en större grundläggande förmåga till aktiv verbal memorering och ett utnyttjande av en yrkesrelevant, inlärd teknik för gruppering av kursdata i meningsfulla memoreringsmängder.

## Metod

Stimuli: De stimuli, som användes i experiment 2, byggde på samma vinkelindelning av cirkeln som i experiment 1. Varje memoreringssituation innehöll alltså de åtta vinklarna i slumpad ordning och i auditiv form. De 20 memoreringssituationerna talades in på band och praktisk utprovning visade, att en lämplig tidslängd för varje situation var 12 sekunder. Under denna tid uttalades varje vinkel i grader med distinkt paus mellan gradtalen, vilket innebar en uttalstid av approximativt en sekund per gradtal. Mellan varje memoreringssituation fanns en responstid på 20 sekunder.

Apparatur: Memoreringssituationerna presenterades för försökspersonerna med hjälp av en bandspelare av märke Tandberg. Hörlurar utnyttjades.

Beroende variabel: Den beroende variabeln i experiment 2 var retentionen av de auditivt presenterade memoreringssituationerna. Retentionens kvantitativa storlek var ett uttryck för det aktiva verbala minnesspannets storlek vid den angivna typen av yrkesrelevanta data.

Retentionen registrerades genom att försökspersonerna skrev ned de data, som de kom ihåg från varje memoreringssituation. För registreringen användes samma typ av blankett som i experiment 1.

Försökspersoner: I experiment 2 användes samma försökspersoner som i experiment 1.

### Resultat

Utvärderingen skedde enligt samma system som i experiment 1.

Skillnader mellan experimentgruppernas genomsnittliga retentionsstorlekar framgår av tabell 22.

Tabell 22. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och skillnader i gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ -diff, för experimentgrupper vid aktiv verbal memorering

| Experiment-<br>grupp | $\bar{x}$ | $\bar{x}$ -diff |        | S   |
|----------------------|-----------|-----------------|--------|-----|
|                      |           | Fl              | Fl.asp |     |
| Fl                   | 4,8       | -               | 0,7    | 1,3 |
| Fl.asp               | 4,1       |                 | -      | 0,6 |
| S                    | 3,5       |                 |        | -   |

Erhållna  $\bar{x}$ -diff prövades med t-test och resultatet framgår av tabell 23.

Tabell 23. Signifikansprövning av skillnader mellan experimentgruppernas retentionsmedelvärden vid aktiv verbal memorering

| Jämförelse  | $\bar{x}$ -diff | t    | $t_{\alpha/2}$ | p     |
|-------------|-----------------|------|----------------|-------|
| Fl - Fl.asp | 0,7             | 2,54 | 2,00           | < .05 |
| Fl - S      | 1,3             | 7,10 | 2,66           | < .01 |
| Fl.asp - S  | 0,6             | 2,17 | 2,00           | < .05 |

Tabell 23 visar, att det föreligger signifikanta skillnader mellan experimentgruppernas genomsnittliga retentioner vid aktiv verbal memorering och auditiv presentation av stimulus. Gruppen flygledare har således en större förmåga till retention under dessa förhållanden än de båda andra grupperna. Motsvarande iakttagelse gäller även för flygledaraspiranterna vid jämförelse med studenterna.

Tabell 24. Försökspersonernas fördelning över olika storlekar av det aktiva verbala minnesspannet uttryckt i absoluta, relativa och kumulerade frekvenser

| Minnesspann<br>Intervall | Absolut frekv |        |   | Rel. frekv % |        |      | Kum. frekv % |        |       |
|--------------------------|---------------|--------|---|--------------|--------|------|--------------|--------|-------|
|                          | F1            | F1.asp | S | F1           | F1.asp | S    | F1           | F1.asp | S     |
| $6 \leq M < 7$           | 1             | -      | - | 5,6          | -      | -    | 5,6          | -      | -     |
| $5 \leq M < 6$           | 6             | 1      | 1 | 33,3         | 5,8    | 5,6  | 38,9         | 5,8    | 5,6   |
| $4 \leq M < 5$           | 7             | 8      | 2 | 38,9         | 47,1   | 11,1 | 77,8         | 52,9   | 16,7  |
| $3 \leq M < 4$           | 3             | 8      | 8 | 16,7         | 47,1   | 44,4 | 94,5         | 100,0  | 61,1  |
| $2 \leq M < 3$           | 1             | -      | 6 | 5,6          | -      | 33,3 | 100,1        |        | 94,4  |
| $1 \leq M < 2$           | -             | -      | 1 | -            | -      | 5,6  |              |        | 100,0 |

Av tabell 24 framgår, att ca 78 procent av flygledarna hade en retention större än fyra enheter medan ca 53 procent av flygledaraspiranterna och ca 17 procent av studenterna låg över denna gräns. En annan iakttagelse är, att ca 94 procent av flygledarna och samtliga flygledaraspiranter hade en retention större än tre enheter, medan endast ca 61 procent av studenterna återfanns här.

Liksom i experiment 1 studerades experimentgruppernas retention med avseende på förekomsten av stimuligrupperingar (Dyader och Triader). Resultaten framgår av tabell 25.

Tabell 25. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och varianser,  $s^2$ , för experimentgrupperna vid återgivning av stimuligrupperingar i form av dyader och triader.

| Experimentgrupp | $\bar{x}$ |         | $s^2$  |         |
|-----------------|-----------|---------|--------|---------|
|                 | Dyader    | Triader | Dyader | Triader |
| F1              | 16,8      | 15,5    | 2,26   | 0,56    |
| F1.asp          | 5,4       | 4,9     | 0,96   | 2,40    |
| S               | 5,0       | 4,6     | 0,69   | 6,58    |

Erhållna skillnader mellan experimentgrupperna prövades med resultat enligt tabell 26.

Tabell 26. Resultat från signifikansprövning med t-test av skillnader mellan experimentgruppernas medelvärden vid återgivning av Dyader och Triader

| Jämförelse  | $\bar{x}$ -diff |         | t      |         |
|-------------|-----------------|---------|--------|---------|
|             | Dyader          | Triader | Dyader | Triader |
| F1 - F1.asp | 11,4            | 10,6    | 25,65* | 25,24*  |
| F1 - S      | 11,8            | 10,9    | 28,32* | 16,82*  |
| F1.asp - S  | 0,4             | 0,3     | 1,27   | 0,40    |

\* $p < .01$

Tabell 26 visar, att det föreligger signifikanta skillnader i sättet att gruppera data vid aktiv verbal memorering, då stimulus presenteras auditivt, mellan flygledarna och de båda andra grupperna. Mellan flygledaraspiranter och studenter fanns inga skillnader i detta avseende.

Resultaten från experiment 2 har visat, att flygledarna har en större förmåga till aktiv verbal memorering vid auditiv presentation av stimulus med yrkesrelevans än flygledaraspiranter och studenter (personer kompetenta att söka till flygledarutbildning). Dessutom har flygledarna utnyttjat en yrkesrelevant teknik vid gruppering av data i meningsfulla memoreringsmängder.

#### Jämförelser av resultat i experimenten 1 och 2

Jämförelsen skall inledas med ett citat av Neisser (1966, s 36). Denne forskare säger om verbal kodning vid ikonisk lagring följande:

"We must assume that information is quickly "read" into another, somewhat more permanent, form of memory. On logical, phenomenological, and empirical grounds, the new storage medium must be words. The subject formulates and remembers a verbal description of what he has seen".

I kapitel 5 påpekades, att naturligtvis inte all visuell registrering innebär verbal kodning, men stimulusutformning och kravet på överföring av dessa visuellt registrerade stimuli till kursdata i experiment 1 förutsätter någon form av transformering av stimuli till verbal representation. Lagringen av de verbala representationerna av visuella stimuli sker därför i det aktiva verbala minnet. Om experiment 2 jämföres med experiment 1 i detta

avseende, så ligger skillnaden bl a i det sätt på vilket stimuli presenterades och överfördes till kursdata i verbal form. Retentionen däremot skedde i båda experimenten genom att samma slag av kursdata återgavs i samma form. Det är därför rimligt att anta det mera komplexa memoreringsförfarande, som utnyttjas vid visuell registrering relativt aktiv verbal memorering vid auditiv perception av stimulus, avspeglas som skillnader i retentionsstorlek då man jämför experiment 1 och 2 i dessa avseenden för respektive experimentgrupp.

Den övergripande variansanalysen visade, att det förelåg skillnader i den retentionsstorlek, som uppnåts i de olika experimenten. Av detta skäl prövades den retentionsökning, som relativt experiment 1, erhöles i experiment 2. Tabell 27 återger prövningsresultaten.

Tabell 27. Resultat av signifikansprövning med t-test av skillnader i retentionsstorlek för respektive experimentgrupp vid jämförelse mellan experiment 1 och experiment 2

| Experiment-grupp | $\bar{x}$ -diff | t    | p    |
|------------------|-----------------|------|------|
| F1               | 0,4             | 2,82 | <.01 |
| F1,asp           | 0,3             | 2,05 | <.05 |
| S                | 0,4             | 2,82 | <.01 |

Det är, som framgår av tabell 27, en signifikant ökning av retentionens storlek för samtliga experimentgrupper i experiment 2 relativt utfallet i experiment 1.

De skillnader, som finns mellan visuell registrering och aktiv verbal memorering vid auditiv presentation av stimulus, kursdata, hänför sig just till perceptionssättet och konverteringen av data till verbal form. Det synes därför rimligt att påstå, att dessa skillnader har påverkat retentionsstorleken vid visuell registrering genom att de givit upphov till en totalt sett mer komplicerad memoreringsprocess än motsvarande process vid auditiv datapresentation.

### Experiment 3

I experiment 3 studerades skillnader i förmågan till aktiv verbal memorering mellan flygledare och personer, som var kompetenta att söka till flygledarutbildning (studenter), då data presenterades både visuellt och auditivt på samma gång. Detta presentationssätt var, som framgår av kapitel 5, fig. 1, det mest frekvent förekommande sättet att registrera data inom flygkontrolltjänsternas kritiska struktur.

Experiment 3 hade till syfte att testa samma hypotes som i experimenten 1 och 2 men vid samtidig auditiv och visuell presentation av stimulus (kursdatum). Dessutom skulle experimentet ge ett underlag för bedömning av presentationstidens inverkan på experimentgruppernas retentioner.

#### Metod

Stimuli: Stimuli bestod av samma slag av kurskonstruktioner som i experiment 1, men i kombination med verbal presentation av varje enskilt stimulus.

Varje memoreringssituation bestod således av de tidigare åtta vinkelrepresentationerna i slumpad ordning. Memoreringssituationerna presenterades tachistoscopiskt jämte en verbal presentation av varje stimulus (vinkel) i gradtal enligt den teknik som beskrivits i experiment 2.

Två presentationstider tillämpades för memoreringssituationerna: 12 sek och 24 sek. För vardera presentationstiden användes 20 memoreringssituationer.

Apparatur: I experiment 3 användes samma apparatur som i experiment 1. Liksom i experiment 1 styrdes presentationen av memoreringssituationerna av bandspelaren genom att en startpuls för varje memoreringssituation reglerade tachistocopet. Presentationstider och bildväxling hölls konstanta respektive utfördes med hjälp av den dekadiska tidgivarutrustningen, som beskrivits i experiment 1. Mellan varje memoreringssituation var inlagd en responstid om 20 sek.

Beroende variabel: Den beroende variabeln var retentionen av de memorerade situationerna. Retentionen skrevs ned på en blankett av typ som tidigare beskrivits. Kravet på retentionens registrering var, att gradtalen skulle skrivas i rätt ruta.

Ovidkommande variabel: Procedur för kontroll av ovidkommande variabel har beskrivits i experiment 1. Dessutom utfördes ett förförsök som omfattade

fem memoreringssituationer per försöksperson.

Procedur: I experimentet användes samma procedur som i experiment 1. Försökspersonerna hade dessutom hörlurar för att ta emot den auditiva datamängden.

Eftersom två presentationstider användes, utfördes experiment 3 som två delexperiment, ett för vardera presentationstiden.

Försökspersoner: Samma försökspersoner som i experiment 1 och 2.

### Resultat

Utvärdering skedde på samma sätt som i experiment 1 och 2.

Experimentgruppernas medelvärden och medelvärdesskillnader framgår av tabell 28.

Tabell 28. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och skillnader mellan gruppmedelvärden  $\bar{x}$ -diff, vid presentationstiderna 12 och 24 sek.

| Experiment-<br>grupp | $\bar{x}$ |         | $\bar{x}$ -diff, 12 sek |        |     | $\bar{x}$ -diff, 24 sek |        |     |
|----------------------|-----------|---------|-------------------------|--------|-----|-------------------------|--------|-----|
|                      | 12 sek.   | 24 sek. | F1                      | F1.asp | S   | F1                      | F1.asp | S   |
| F1                   | 4,3       | 4,8     | -                       | 0,6    | 1,2 | -                       | 0,6    | 1,3 |
| F1.asp               | 3,7       | 4,2     |                         | -      | 0,6 |                         | -      | 0,7 |
| S                    | 3,1       | 3,5     |                         |        | -   |                         |        | -   |

Det är, som visas i tabell 28, skillnader i retentionsstorlek mellan experimentgrupperna. Dessa skillnader prövades med t-test och resultatet framgår av tabell 29.

Tabell 29. Signifikansprövning av skillnader i retentionsstorlek mellan experimentgrupperna vid presentationstiderna 12 och 24 sek

| Jämförelse  | Presentationstid |      |              |      |                 |      |              |      |
|-------------|------------------|------|--------------|------|-----------------|------|--------------|------|
|             | 12 sek           |      |              |      | 24 sek          |      |              |      |
|             | $\bar{x}$ -diff  | t    | t $\alpha/2$ | p**  | $\bar{x}$ -diff | t    | t $\alpha/2$ | p**  |
| F1 - F1.asp | 0,6              | 2,17 | 2,00         | <.05 | 0,6             | 2,17 | 2,00         | <.05 |
| F1 - S      | 1,2              | 4,41 | 2,66         | <.01 | 1,3             | 4,78 | 2,66         | <.01 |
| F1.asp - S  | 0,6              | 2,17 | 2,00         | <.05 | 0,7             | 2,54 | 2,00         | <.05 |

\* Felterm =  $MS_{\text{inom celler}}$  = "Pooled error"

\*\* Korregerad signifikansnivå för "Pooled error"

Tabell 29 visar, att flygledarna har en relativt de båda andra experimentgrupperna signifikant större retention vid båda presentationstiderna. Motsvarande gäller för flygledaraspiranterna vid jämförelse med studenterna.

Av tabell 28 framgår dessutom att det är en retentionsökning för samtliga experimentgrupper vid en fördubblad presentationstid. En prövning av denna retentionsökning utfördes med t-test.

Tabell 30. Resultat av signifikansprövning av experimentgruppernas retentionsökning vid presentationstiden 24 sek

| Experimentgrupp | retentionsökning | t    | p    |
|-----------------|------------------|------|------|
| F1              | 0,5              | 3,57 | <.01 |
| F1.asp          | 0,5              | 3,57 | <.01 |
| S               | 0,4              | 2,86 | <.01 |

De tre experimentgrupperna har således var för sig signifikanta retentionsökningar vid den dubbla presentationstiden 24 sek. Emellertid bibehålles, som visades i tabell 29, de signifikanta skillnaderna mellan gruppernas retentioner, varför en fördubbling av presentationstiden inte medfört en utjämning i förmågan till aktiv verbal memorering. En ökad presentationstid har dock visat, att den har en tydlig inverkan på retentionsstorleken,

vilket är ytterligare ett bekräftande att lägga till den diskussion om stimulusdurationens betydelse vid korttidsmemorering, som fördes i kapitel 5.

Liksom i experimenten 1 och 2, analyserades erhållna retentionsresultat med avseende på förekomsten av yrkesrelevanta grupperingar av stimuli, d.v.s. grupperingar i form av dyader och triader. Tabell 31 återger experimentgruppernas medelvärden och varianser.

Tabell 31. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och varianser,  $s^2$ , för experimentgruppernas gruppering av data i dyader och triader.

| Experiment-grupp | Presentationstid |       |           |       |           |       |           |       |
|------------------|------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                  | 12 sek           |       |           |       | 24 sek    |       |           |       |
|                  | Dyader           |       | Triader   |       | Dyader    |       | Triader   |       |
|                  | $\bar{x}$        | $s^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$ |
| F1               | 16,0             | 3,14  | 12,8      | 3,96  | 16,1      | 2,06  | 14,5      | 2,12  |
| F1.asp           | 4,8              | 4,36  | 4,6       | 5,18  | 5,7       | 4,72  | 4,9       | 4,98  |
| S                | 4,3              | 5,12  | 4,2       | 6,14  | 5,2       | 4,94  | 4,8       | 5,76  |

Tabell 31 visar, att det finns skillnader mellan experimentgrupperna vid återgivning av data grupperade i dyader och triader. De konstaterade skillnaderna prövades med t-test.

Tabell 32. Resultat från signifikansprövning av experimentgruppernas medelvärdesskillnader,  $\bar{x}$ -diff, vid gruppering av data i dyader och triader i experiment 3

| Experiment-grupp | Presentationstid |        |                 |        |                 |        |                 |        |
|------------------|------------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
|                  | 12 sek           |        |                 |        | 24 sek          |        |                 |        |
|                  | Dyader           |        | Triader         |        | Dyader          |        | Triader         |        |
|                  | $\bar{x}$ -diff  | t      | $\bar{x}$ -diff | t      | $\bar{x}$ -diff | t      | $\bar{x}$ -diff | t      |
| F1 - F1.asp      | 11,2             | 16,64* | 8,2             | 11,03* | 10,4            | 16,31* | 9,6             | 14,70* |
| F1 - S           | 11,7             | 16,78* | 8,6             | 11,16* | 10,9            | 16,98* | 9,7             | 14,24* |
| F1.asp - S       | 0,5              | 0,66   | 0,4             | 0,48   | 0,5             | 0,65   | 0,1             | 0,12   |

\* $p < .01$

Flygledärna skiljer sig, som visats i tabell 32, signifikant från de båda andra experimentgrupperna i utnyttjandet av en yrkesrelevant, inlärd teknik för gruppering av data i meningsfulla memoreringsmängder. Mellan flygledar-aspiranter och studenter finns dock inga skillnader i detta avseende.

#### Jämförelse mellan erhållna resultat i experiment 1, 2 och 3

Experiment 1, 2 och 3 har syftat till att belysa de hypoteser, som ställdes upp för varje experiment och som går tillbaka på Hypotes I i kapitel 5. Utformningen av experimenten har därvid baserats på ett utnyttjande av yrkesrelevanta data, kursdata. Denna typ av data förekom, som visats i kapitel 4, mest frekvent av alla data inom de kritiska händelserna i arbetsanalysen. Dessutom förekom det inom dessa händelser en uppdelning av perceptionen av data på visuell, auditiv och samtidig visuell/auditiv perception. De tre experimenten har därför i tur och ordning utformats så, att de belyst respektive perceptionssätt vid korttidsmemorering av kursdata.

Den i experiment 2 gjorda jämförelsen med utfallet i experiment 1 visade, att det var en signifikant retentionsökning i experiment 2 för samtliga experimentgrupper. Denna ökning tolkades, som hörörande från skillnader i perceptionssätt och konvertering av stimulus till verbal form. I experiment 3 har de båda perceptionssätten sammanlagts. Det är därför rimligt att anta, att en jämförelse mellan retentionerna för respektive experimentgrupp visar, att retentionen i experiment 3 är mindre än motsvarande retention i experiment 2; i experiment 3 sker ju en sammanlagring av de visuella och auditiva processerna från perception till lagring i det aktiva verbala minnet.

En jämförelse mellan experiment 3 och experiment 1 och 2 visar, att det är en större retentionsminskning för samtliga experimentgrupper i experiment 3 vid jämförelse med experiment 2 än vid jämförelse med experiment 1. Tabell 33 återger resultaten från en signifikansprövning av erhållna retentionsskillnader.

Tabell 33. Resultat från signifikansprövning av retentionsskillnader respektive experimentgrupp vid jämförelse mellan experiment 3 och experiment 1 och 2

| Experiment-grupp | Jämförelse, experiment | $\bar{x}$ -diff | t    | p    |
|------------------|------------------------|-----------------|------|------|
| Fl               | 1-3                    | 0,1             | 0,71 |      |
|                  | 2-3                    | 0,5             | 3,57 | <.01 |
| Fl.asp           | 1-3                    | 0,1             | 0,71 |      |
|                  | 2-3                    | 0,4             | 2,86 | <.01 |
| S                | 1-3                    | 0,1             | 0,71 |      |
|                  | 2-3                    | 0,4             | 2,86 | <.01 |

Tabell 33 visar, att den retentionsminskning, som ägde rum i experiment 3 relativt retentionsstorleken i experiment 2, är signifikant för samtliga experimentgrupper. De uppkomna skillnaderna relativt experiment 1 är däremot inte signifikanta.

Retentionsminskningen i experiment 3, som bygger på en samtidig visuell och auditiv presentation av stimulus, indikerar, att de visuella memoreringsprocesserna har påverkat retentionens storlek eftersom enbart auditiv perception ger en större retention, medan visuell perception och sammanlagd visuell/auditiv perception ej medför någon skillnad. Man kan därför påstå, att det finns en skillnad mellan visuell registrering och aktiv verbal memorering, och att denna skillnad består i olika perceptionssätt men också i den konvertering av stimulus till verbal form, som äger rum vid visuell registrering.

Inom flygkontrolltjänsterna kommer de skillnader, som uppstår i behandlingen av data i informationsflödet till följd av skillnader i sättet att kognitivt registrera och memorera varje datum, att påverka effektiviteten i regleringen av flygtrafik vid en hög trafikintensitet. Vid flygkontrolltjänst med radar kommer därför visuell registrering och kombinationen av visuell registrering och aktiv verbal memorering vid auditiv presentation av data att ställa större krav på kognitiva resurser och stimulusduration än enbart aktiv verbal memorering vid auditiv datapresentation.

### Slutsatser från experimenten 1, 2 och 3

Resultaten från experiment 1, 2 och 3 har givit starkt stöd åt de hypoteser, som ställdes upp för respektive experiment. Dessutom har resultaten belyst såväl stimulusdurationens betydelse för memorering av yrkesrelevanta data, som de olika dataregistreringssättens inverkan på korttidsmemorerade data.

Experimenten gav upphov till följande sammanfattande slutsatser:

- Flygledarna har en större retention av yrkesrelevanta data vid visuell registrering, aktiv verbal memorering vid auditiv datapresentation och en kombination av dessa än personer kompetenta att söka till flygledarutbildning (studenter).
- Flygledarna har utnyttjat en yrkesrelevant, inlärd teknik för gruppering av data i meningsfulla memoreringsmängder.
- Flygledaraspiranternas, relativt studenterna, större retention av data har ej varit baserad på en yrkesrelevant teknik för datagruppering.
- Visuell registrering av yrkesrelevanta data ger en mindre retention av dessa data jämfört med den retention, som erhålles vid aktiv verbal memorering, då data presenteras auditivt. En aktiv kontroll av data inom radartrafikledningen kräver därför ett större utnyttjande av kognitiv kapacitet än motsvarande kontroll vid procedurtrafikledning, som bygger på en auditiv datapresentation.

### Experiment 4

Experimentet syftade till att belysa experimentgruppernas förmåga till korttidsmemorering av icke yrkesrelevanta stimuli. Speciellt skulle flygledarnas grundläggande förmåga till aktiv verbal memorering vid visuell perception av stimulus undersökas för att om möjligt erhålla en grund för differentialpsykologiska studier.

I experiment 1-3 konstaterades, att flygledarna utnyttjade en yrkesrelevant, inlärd teknik för gruppering av data i meningsfulla memoreringsmängder, och att denna teknik bidrog till de skillnader, som uppstod i experimentresultaten, d v s flygledarna hade i genomsnitt en större retention av yrkesrelevanta stimuli än flygledaraspiranter och studenter. Flygledaraspiranterna hade i sin tur en i genomsnitt större retention än studenterna. Om den yrkesrelevanta tekniken för gruppering av data verkligen var inlärd, så börde skillnaderna i genomsnittlig retention bortfalla mellan flygledare

och flygledaraspiranter, då ett för yrket neutralt och svårgrupperat stimulus utnyttjas i memoreringssituationerna. Dessutom skulle i detta fall eventuella skillnader mellan å ena sidan flygledare och flygledaraspiranter och å andra sidan studenter utgöras av skillnader i en grundläggande förmåga till aktiv verbal memorering.

Följande påståenden gjordes beträffande utfallet av experiment 4:

1. Flygledare och flygledaraspiranter har en större förmåga till aktiv verbal memorering av icke yrkesrelevanta stimuli, då dessa presenteras visuellt, än personer kompetenta att söka till flygledarutbildning
2. Det föreligger inga skillnader i genomsnittlig retention mellan flygledare och flygledaraspiranter vid aktiv verbal memorering av icke yrkesrelevanta stimuli.

### Metod

Stimuli: Dessa bestod av geometriska figurer i stället för de tidigare använda vinkelrepresentationerna. Följande åtta geometriska figurer användes:



Bokstäverna under de geometriska figurerna är alla konsonanter och hänför sig till första bokstaven i den beteckning som stod för figuren i fråga. Varje memoreringssituation kom att omfatta dessa åtta visuella stimuli och memoreringssituationerna presenterades med hjälp av diabilder med för varje bild en slumpad ordning mellan figurerna. Presentationstiden var densamma som i experiment 1 d v s 12 sekunder. Även presentationssätt och beroende variabel var desamma som i experiment 1.

Försökspersoner: Tre experimentgrupper användes: (1) Flygledare, (2) Flygledaraspiranter och (3) Studenter. Vardera experimentgruppen bestod av 17 individer.

Ovidkommande variabler: Samtliga försökspersoner inom båda experimentgrupperna genomgick ett träningsprogram för att lära in de konsonanter, som var och en svarade mot en bestämd geometrisk figur. Innan försökspersonerna deltog i experimentet utfördes en kontroll av genomgången träningsprogram. Acceptabel prestation var härvid, att från en visuellt presenterad memoreringssituation återge från vänster till höger de konsonanter som svarade

mot figurerna. Återgivandet skulle ske under tillgänglig presentationstid, d v s 12 sek.

Procedur: Denna var densamma som i experiment 1.

### Resultat

Utvärderingen av de 20 memoreringssituationerna skedde kvantitativt varvid varje korrekt placerad konsonant gav en poäng. Maximala antalet poäng per situation var åtta.

Erhållna retentionsresultat framgår av tabell 34.

Tabell 34. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , varianser,  $s^2$ , och medelvärdesdifferenser,  $\bar{x}$ -diff, beräknade på experimentgruppernas retentionsresultat i experiment 4

| Experimentgrupp | $\bar{x}$ | $s^2$ | F1 | $\bar{x}$ -diff<br>F1.asp | S   |
|-----------------|-----------|-------|----|---------------------------|-----|
| F1              | 5,4       | 1,18  | -  | 0,1                       | 1,1 |
| F1.asp          | 5,3       | 0,98  |    | -                         | 1,0 |
| S               | 4,3       | 2,12  |    |                           | -   |

Erhållna medelvärdesdifferenser prövades med t-test och resultatet framgår av tabell 35.

Tabell 35. Resultat från signifikansprövning av skillnader i retentionsstorlek mellan experimentgrupperna i experiment 4

| Jämförelse  | $\bar{x}$ -diff | t    | p    |
|-------------|-----------------|------|------|
| F1 - F1.asp | 0,1             | 0,27 | e.s. |
| F1 - S      | 1,1             | 2,42 | <.05 |
| F1.asp - S  | 1,0             | 2,27 | <.05 |

De skillnader i genomsnittlig retention, som fanns mellan flygledare och studenter samt mellan flygledaraspiranter och studenter visade sig enligt tabell 35 vara signifikanta. Mellan flygledare och flygledaraspiranter fanns däremot ingen signifikant skillnad mellan de genomsnittliga retentionsstorlekarna.

## Diskussion och slutsatser

Experiment 4 har visat att det finns grundläggande skillnader i förmågan till aktiv korttidsmemorering mellan å ena sidan flygledare och flygledaraspiranter och å andra sidan studenter. Att dessa skillnader är relativt opåverkade av en yrkesmässig inläring kan motiveras med bl a att gruppen flygledaraspiranter innan experimenttillfället varit föremål för avskiljningar. Dessa har varit grundade på att aspiranterna i fråga ej haft en för yrket tillräcklig beslutsförmåga vid utövandet av flygkontrolltjänst utan radar. Det har vid dessa avskiljningar även visat sig att elever med en icke acceptabel beslutsförmåga uppvisat en relativt de övriga flygledaraspiranterna mindre förmåga till korttidsmemorering av yrkesrelaterade data. Dessutom är det rimligt att anta, att de psykologiska urvalsmetoder, som använts och som avsett att mäta den simultana förmågan hos individen, d v s förmågan att hinna med problemlösning vid ett stort dataflöde, till viss del påverkat individurvalet med avseende på korttidsminneskapacitet.

Slutsatserna från experiment 4 kan sammanfattas enligt följande:

- Flygledare och flygledaraspiranter uppvisar inga signifikanta retentionskillnader inbördes och
- Flygledare och flygledaraspiranter har en signifikant större retention av icke yrkesrelaterade stimuli än studenter. Detta förhållande innebär, att grupperna flygledare och flygledaraspiranter i genomsnitt har en större förmåga till aktiv korttidsmemorering än gruppen studenter.

## Experiment 5

I antagande II, kapitel 5, preciserades den tidigare förda diskussionen om effekten av en överladdning av minneskapaciteten vid korttidsmemorering. En sådan situation kunde nämligen uppstå, då mängden data inom problembakgrunden, datanivå I, upptog nästan all tillgänglig minneskapacitet och tillkomst av nya data, datanivå II, krävde memorering för att kunna beaktas i problemlösningsprocessen. Resultatet kunde i ett sådant fall bli, att flygledaren fick en dataförlust som följde.

Om denna dataförlust drabbar memorerade data om problembakgrunden innebär detta en förlust av information om trafik under kontroll. Informationsförlusten kan emellertid hävas genom att uppdatering sker med hjälp av information från strippar, men ett sådant förfarande kräver en koncentration av kognitiva resurser på uppdateringen, och resultatet blir att tidsåtgången

för dessa åtgärder påverkar möjligheterna att hålla övriga delar av trafikflödet under kontroll. Speciellt kritiskt är ett sådant förfarande, då flygplan inom problembakgrunden närmar sig uppsatta gränser för separations upphörande.

Mot bakgrund av den ovan förda diskussionen och det faktum, att flygledaren normalt behärskar regleringen av trafik vid stor trafikintensitet och stort dataflöde synes det rimligt att anta, att såväl den grundläggande förmågan till aktiv korttidsmemorering, som den yrkesrelevanta tekniken för gruppering av data, samverkar till att minimera och i de flesta fall eliminera en överladdning av det aktiva verbala minnet.

Med anledning av det ovan anförda och Hypotes II, kapitel 5, uppställdes följande hypotes för experiment 5:

- Om flygledarna nästan har utnyttjat den maximala kapaciteten hos det aktiva verbala minnet vid memorering av visuellt och auditivt presenterade kursdata, så medför utnyttjandet av en inlärd, yrkesrelevant teknik för gruppering av data, att en tillkomst av nya datamängder ej leder till förlust av data, som är meningsfullt grupperade.

#### Metod

Stimuli: Stimuli bestod av samma slag av kurskonstruktioner som i experiment 3. Liksom i detta experiment bestod de visuella memoreringssituationerna av diabilder med för varje bild en slumpad ordning mellan kurskonstruktionerna. Dessa visuella stimuli hade liksom i experiment 3 auditiva motsvarigheter (stimulus för stimulus). Försökspersonerna erhöll därför en auditiv och visuell presentation av varje memoreringssituation.

Tillkommande data bestod av samma stimuli, kurskonstruktioner, som beskrevs ovan och med samma presentationsform. Emellertid beslöts att stimuli fyra och fem skulle utgöra memoreringsstimuli av två skäl: 1) Tillkommande data skulle vara en informationsmängd, som i extrem form motsvarade en informationsmängd i datanivå 2 (Datatillskott) inom beslutsfattandet, varvid specifika data var memoreringsdata och 2) att garantera påverkan genom att bestämda stimuli utgjorde memoreringsdata i en avgränsad datamängd.

En experimentserie kom att bestå av 20 memoreringssituationer med en situation av tillkommande data för varje memoreringssituation. Presentationen av en memoreringssituation följdes omedelbart av en situation med tillkommande data varefter en responstid av 20 sek var inlagd. Sekvensen

upprepades sedan automatiskt. Både memoreringssituationerna och situationerna med tillkommande data presenterades auditivt och visuellt med tidigare beskriven teknik.

Liksom i experiment 3 användes två presentationstider, 12 och 24 sek, för memoreringssituationerna medan presentationstiden för situationerna med tillkommande data var 12 sek.

Apparatur: Samma apparatur som i experiment 3 användes i experiment 5. Presentationen av diabilderna initierades genom startpulser, som spelats in på band och som avgavs från bandspelare till tachistoscop. Via den dekadiska tidgivaren med tillhörande kanaltillsats reglerades presentationstiderna.

Beroende variabel: Den beroende variabeln var retentionen av de memorerade situationerna. Retentionen skrevs ned på en blankett av samma utformning som i experiment 1, 2 och 3 men utökad med rutor för registrering av stimulus fyra och fem i det påverkande materialet. Kravet på retentionens registrering var, att gradtalen skulle skrivas i rätt ruta.

Procedur: I experimentet användes samma procedur som i experiment 1, 2 och 3. Liksom i dessa experiment utfördes ett förförsök för varje försöksperson med fem memoreringssituationer.

Eftersom två presentationstider användes för memoreringssituationerna, utfördes experiment 5 som två delexperiment, ett för vardera presentationstiden.

Försökspersoner: Samma försökspersoner som i experiment 1, 2 och 3.

## Resultat

Experimentresultaten utvärderades på samma sätt som i de övriga experimenten.

I tabell 36 återges erhållna skillnader mellan experimentgruppernas retentioner.

Tabell 36. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och medelvärdesdifferenser,  $\bar{x}$ -diff, för experimentgrupperna vid presentationstiderna 12 och 24 sek

| Experiment-grupp | $\bar{x}$ |        | $\bar{x}$ -diff, 12 sek |        |     | $\bar{x}$ -diff, 24 sek |        |     |
|------------------|-----------|--------|-------------------------|--------|-----|-------------------------|--------|-----|
|                  | 12 sek    | 24 sek | Fl                      | Fl.asp | S   | Fl                      | Fl.asp | S   |
| Fl               | 4,2       | 4,3    | -                       | 1,0    | 1,7 | -                       | 0,7    | 1,5 |
| Fl.asp           | 3,1       | 3,6    |                         | -      | 0,7 |                         | -      | 0,8 |
| S                | 2,4       | 2,8    |                         |        | -   |                         |        | -   |

Erhållna skillnader mellan experimentgrupperna prövades med t-test och resultatet framgår av tabell 37.

Tabell 37. Signifikansprövning av skillnader i retentionsstorlek mellan experimentgrupperna vid presentationstiderna 12 och 24 sek

| Jämförelse  | Presentationstid |      |             |      |                 |      |             |      |
|-------------|------------------|------|-------------|------|-----------------|------|-------------|------|
|             | 12 sek           |      |             |      | 24 sek          |      |             |      |
|             | $\bar{x}$ -diff  | t    | $t\alpha/2$ | p    | $\bar{x}$ -diff | t    | $t\alpha/2$ | p    |
| Fl - Fl.asp | 1,1              | 3,98 | 2,66        | <.01 | 0,7             | 2,54 | 2,00        | <.05 |
| Fl - S      | 1,8              | 6,62 | 2,66        | <.01 | 1,5             | 5,43 | 2,66        | <.01 |
| Fl.asp - S  | 0,7              | 2,54 | 2,00        | <.05 | 0,8             | 2,90 | 2,66        | <.01 |

Tabell 37 visar, att det förelåg signifikanta skillnader i retentionsstorlek mellan experimentgrupperna, då data tillkommit efter det att data inom problembakgrunden memorerats. Flygledarna uppvisar således en signifikant större retention än de båda andra experimentgrupperna. Motsvarande iakttagelse gäller även för flygledaraspiranterna vid jämförelse med studenterna.

För att studera den yrkesrelevanta grupperingsteknikens inverkan på retentionsresultaten utfördes liksom i experimenten 1-3 en analys av respektive experimentgrupps utnyttjande av dyad- och triadgrupperingar. Resultatet framgår av tabell 38.

Tabell 38. Gruppmedelvärden,  $\bar{x}$ , och varianser,  $s^2$ , vid återgivning av data grupperade i dyader och triader. Presentationstid: 12 och 24 sek

| Experiment-grupp | Presentationstid |       |           |       |           |       |           |       |
|------------------|------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                  | 12 sek           |       |           |       | 24 sek    |       |           |       |
|                  | Dyader           |       | Triader   |       | Dyader    |       | Triader   |       |
|                  | $\bar{x}$        | $s^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$ | $\bar{x}$ | $s^2$ |
| F1               | 15,9             | 3,18  | 12,5      | 3,12  | 15,9      | 2,68  | 14,1      | 2,96  |
| F1.asp           | 4,2              | 3,36  | 2,5       | 4,63  | 4,8       | 3,42  | 3,2       | 4,02  |
| S                | 3,9              | 3,67  | 2,2       | 4,44  | 4,7       | 4,41  | 2,9       | 5,72  |

Det föreligger, som framgår av tabell 38, skillnader mellan experimentgruppernas återgivning av data i form av dyader och triader. Dessa skillnader prövas med t-test och resultatet återges i tabell 39.

Tabell 39. Signifikansprövning av experimentgruppernas medelvärdesskillnader,  $\bar{x}$ -diff, vid gruppering av data i dyader och triader

|             | Presentationstid 12 sek |      |        |        | Presentationstid 24 sek |      |        |        |
|-------------|-------------------------|------|--------|--------|-------------------------|------|--------|--------|
|             | $\bar{x}$ -diff         |      | t      |        | $\bar{x}$ -diff         |      | t      |        |
|             | Dy                      | Tri  | Dy     | Tri    | Dy                      | Tri  | Dy     | Tri    |
| F1 - F1.asp | 11,7                    | 10,0 | 18,60* | 11,64* | 11,1                    | 10,9 | 18,29* | 16,77* |
| F1 - S      | 12,0                    | 10,3 | 18,90* | 15,47* | 11,2                    | 11,2 | 17,34* | 15,66* |
| F1.asp - S  | 0,3                     | 0,3  | 0,46   | 0,40   | 0,1                     | 0,3  | 0,14   | 0,40   |

\* $p < .01$

1) Dy = Dyader, Tri = Triader

Tabell 39 visar, att flygledarna har en signifikant större återgivning av data i form av dyader och triader än de båda andra experimentgrupperna. Mellan flygledaraspiranter och studenter finns däremot inga signifikanta skillnader i detta avseende.

För att studera förekomsten av en eventuell dataförlust i problembakgrunden då data tillkommit efter nästan optimal memorering gjordes en jämförelse mellan erhållna resultat i experimenten 3 och 5, se tabell 40.

Tabell 40. Signifikansprövning, t-test, av retentionsskillnader mellan experimenten 3 och 5 för experimentgrupperna vid presentationstiderna 12 och 24 sek

| Jämförelse-<br>grupp | Presentationstid |      |      |        |      |      |
|----------------------|------------------|------|------|--------|------|------|
|                      | 12 sek           |      |      | 24 sek |      |      |
|                      | $\bar{x}$ -diff  | t    | p    | x-diff | t    | p    |
| F1                   | 0,1              | 0,71 | e.s. | 0,5    | 3,57 | <.01 |
| F1.asp               | 0,6              | 4,29 | <.01 | 0,8    | 5,71 | <.01 |
| S                    | 0,7              | 5,00 | <.01 | 0,6    | 4,29 | <.01 |

Det är inte, som framgår av tabell 40, någon signifikant skillnad mellan retentionsstorleken i experiment 3 och motsvarande storlek i experiment 5 för flygledarna vid presentationstiden 12 sek. För presentationstiden 24 sek har emellertid en signifikant retentionsminskning ägt rum i experiment 5. Motsvarande jämförelser för flygledaraspiranter och studenter visar signifikanta skillnader för båda presentationstiderna.

En förklaring till att dataförlust inträffar för flygledarna då presentationstiden fördubblas är, att sådana data, som ej ingår i meningsfulla relationer till andra data påverkas av glömska. Detta påstående dokumenteras av att det endast är marginella skillnader mellan flygledarnas gruppering av data i form av dyader och triader i experiment 3 och 5 vid jämförbara presentationstider. En prövning av detta påstående utfördes med t-test och resultatet framgår av tabell 41.

Tabell 41. Signifikansprövning av medelsvärdesskillnader,  $\bar{x}$ -diff, vid gruppering av data i form av dyader och triader för flygledare vid jämförelse mellan jämförbara presentationstider i experimenten 3 och 5

| Gruppering | Presentationstid |         |         |       |      |        |         |         |       |      |
|------------|------------------|---------|---------|-------|------|--------|---------|---------|-------|------|
|            | 12 sek           |         |         |       |      | 24 sek |         |         |       |      |
|            | x-diff           | $s_3^2$ | $s_5^2$ | t     | p    | x-diff | $s_3^2$ | $s_5^2$ | t     | p    |
| Dyader     | 0,1              | 3,14    | 3,18    | 0,164 | e.s. | 0,2    | 2,06    | 2,68    | 0,379 | e.s. |
| Triader    | 0,3              | 3,96    | 3,12    | 0,465 | e.s. | 0,4    | 2,12    | 2,96    | 0,731 | e.s. |

Vid en presentationstid av 24 sek och utan tillkomst av data från nya datakällor har flygledarna optimerat en memorering av data, som ej grupperats i dyader och triader. Dessa data har sedan utsatts för glömska då nya datamängder tillkommit från en ny datakälla medan data, som ingått i meningsfulla datarelationer ej påverkats.

### Diskussion och slutsats

Resultaten från experiment 5 visade, att flygledarna utnyttjar en yrkesrelevant och inlärd teknik för gruppering av data i meningsfulla memoreringsmängder. Denna gruppering efter meningsfullhet medförde, att det inte inträffade någon dataförlust i sådana memoreringsmängder, som bestod av konfliktrelaterade data. Ingen dataförlust inträffade heller totalt sett vid en presentationstid av 12 sek, medan den dubbla presentationstiden medförde förlust av data, som ej ingick i någon meningsfull relation med andra data. Detta förhållande visar sig bero på att flygledarna i experiment 3 för presentationstiden 24 sek hade maximerat memoreringen av ett relativt presentationstiden 12 sek större antal icke meningsfullt relaterade data. Dessa data bildade separata memoreringsmängder och erfordrade som sådana en effektiv rehearsal för att bli memorerade. Vid presentationstiden 12 sek minskade tidsutrymmet för "scanning" och "rehearsal" genom att presentationen av de data, som ingick i varje memoreringssituation, d v s totalt åtta kursdata, uttalsmässigt tog 12 sek med en distinkt paus mellan varje datum. För den fördubblade presentationstiden 24 sek fanns däremot ytterligare 12 sek tillgängliga för nämnda memoreringsprocesser, vilket ledde till en utökad memorering av icke meningsfullt relaterade data. Effekten av en tillkomst av ytterligare data kom därför att påverka möjligheterna till scanning och rehearsal av dessa data genom att uppmärksamheten flyttades över till den tillkommande datamängden. Dataförlust uppstod därför av sådana icke meningsfullt relaterade data, som genom sina speciella krav på kognitiva resurser vid memoreringen lagrats i det aktiva verbala minnets randområde, d v s i den del av minnesstrukturen där meningsfullheten hos data ej kunde utnyttjas för fortsatt lagring.

Slutsatsen från experiment 5 blev, att den uppställda hypotesen bekräftades d v s om flygledarna nästan har utnyttjat den maximala kapaciteten för aktiv verbal memorering av visuellt och auditivt presenterade kursdata, så medför utnyttjandet av en inlärd, yrkesrelevant teknik för gruppering av data, att en tillkomst av nya datamängder ej leder till förlust av data, som är meningsfullt grupperade.

## Sammanfattning av experimentella resultat

Samtliga här redovisade experiment, baserade på yrkesrelevanta data, har visat, att flygledarnas aktiva verbala memorering av sådana datatyper har inneburit ett specifikt utnyttjande av en yrkesrelevant, inlärd teknik för gruppering av data i memoreringsmängder. Denna teknik byggde på att data, som stod i meningsfulla relationer till varandra, grupperats tillsammans och utgjort en memoreringsmängd. De meningsfulla relationerna uppstod genom att de i varje relation ingående kursdata uppfattats som om de stod i en kollisionskonflikt med varandra.

Experimentresultaten visade även, att aktiv verbal memorering av visuellt och visuellt/auditivt presenterade stimuli krävde ett utnyttjande av mera komplexa kognitiva funktioner än motsvarande memorering vid enbart auditiv presentation. Detta förhållande har en direkt relevans för radartrafikledning, där visuell respektive visuell/auditiv presentation av stimulus är frekvent förekommande. Stora datamängder, som presenteras på detta sätt vid radartrafikledning kommer därför att ställa större krav på tillgång till kognitiva resurser vid memoreringen än motsvarande förhållande vid procedurtrafikledning. Den ovan nämnda yrkesrelevanta tekniken för gruppering av data gör det dock möjligt att vid båda sätten för flygtrafikledning hålla konfliktrelaterade data memorerade då ytterligare data tillkommer och då stora datamängder tidigare memorerats. Experimentresultaten visade i detta sammanhang, att data, som står i ett konfliktförhållande, påverkas mindre av glömska än data som ej ingår i sådana meningsfulla relationer.

Eftersom det fanns stora skillnader mellan flygledare och flygledaraspiranter i sättet att gruppera data i meningsfulla memoreringsmängder, indikerar detta antingen, att den träning, som bedrivits i att upprätta sådana datarelationer ej varit tillräcklig fram till den utbildningsnivå, som var uppnådd vid experimenttillfället eller att tillägnandet av tekniken sker gradvis därefter och som en produkt av yrkesutövningen. Oavsett det aktuella förhållandet, så har experimentresultaten påvisat betydelsen av en yrkesrelevant grupperingsteknik och detta indikerar att inläringen av denna teknik bör ägnas uppmärksamhet i flygledarutbildningen.

Experimentresultaten visade även, att flygledarna hade en större förmåga till aktiv verbal korttidsmemorering än studenterna. Detta konstaterande

gjordes på basis av jämförelser mellan flygledare, flygledaraspiranter och studenter, där resultaten från experimenten med yrkesrelevanta data indikerade sådana skillnader i grundläggande förmåga till aktiv verbal memorering, vilket sedan bekräftades i experimentet med yrkesneutrala stimuli. Undersökningens differentialpsykologiska syfte var därmed uppfyllt och en bas hade givits för fortsatta studier.

De erhållna experimentresultaten påvisar sammanfattningsvis effekten av en effektiv gruppering och memorering av data. Genom att stora datamängder förekommer i det totala informationsflödet inom flygkontrolltjänsterna har den påvisade förmågan till och tekniken för datakontroll en direkt relevans för flygledarens möjligheter att hålla konfliktrelaterad trafik under kontroll och därmed åstadkomma flygsäkerhet. En tillämpning av de erhållna experimentresultaten inom såväl utbildning som urval av flygledaraspiranter bör därför medverka till en minskning i bortfallet av elever under utbildningens gång och bidra till en effektiv extrahering av för flygsäkerheten relevanta data i komplexa trafikledningssituationer.

## COGNITIVE FUNCTIONS IN AIR TRAFFIC CONTROL: SUMMARY AND CONCLUSIONS

The series of studies, which has been carried out, has aimed to throw light on such cognitive functions as could be assumed to be of importance for the air traffic controllers when controlling air traffic.

The studies had as problem background the fact that in air traffic control training there was a large drop-out of students during the period of training. The professional assessment of the students had in that respect shown that the loss was largely caused by insufficient capacity of the students to carry out the practical training in an acceptable way. These circumstances directed the interest of the responsible authorities towards both the system of student selection and the training methods.

With this problem-area as a starting-point the studies were directed towards a research into those cognitive functions which were directly related to efficiency in handling air traffic and which could also be assumed to have some significance as regards differential psychology.

In order to obtain a correct comprehension of the demands which might be made upon the air traffic controllers when practising air traffic control a work-analysis with emphasis on this area was planned. The work-analysis would also describe the work situations so that the total result would be a critical structure of behaviour patterns, one for each type of air traffic control service. These structures would therefore comprise well-defined clusters of efficient and inefficient work-behaviour patterns, which appeared.

The purpose of the critical structure was to lay the foundation for an extracted trend of behaviour, which would constitute the continued base for the construction of hypotheses about one or more psychological functions of importance in an efficient method of air traffic control. The hypotheses derived in this way would be experimentally tested and thus throw light upon the psychological functions and suggest a starting-point for further differential-psychological research.

## Work-analysis, method and result

In order to obtain a critical structure of behaviour-patterns for the air traffic control services a behaviour-centered method of analysis was chosen. This method is named "The Critical-Incident Technique" and was created by Flanagan in 1954. The utilization of this method implied that so called "Critical Incidents" would be collected. A "Critical Incident" meant that each incident was critical if it was the result of efficient or inefficient work-behaviour patterns.

The planning and the carrying out of the work-analysis took place in accordance with those steps which are prescribed by Mr. Flanagan when using the Critical-Incident Technique:

### a) The determination of the aim of the air traffic control services

The general aim shall for each work-analysis be described in simple and precise terms i.e. all criteria must have an operational base. Such an aim demands, however, that the work has a relatively low level of complexity. If one now faces the fact that the work is a product of complex work-behaviour patterns one must look for other ways of constructing a description of aims which can serve as a criterium for judging the relevance of the critical incidents. In such a situation it is, however, possible to accept the workers' own satisfaction or dissatisfaction with the performed work-behaviour patterns. This position has been taken by Andersson & Nilsson (1966 p. 29) among others.

In order to avoid too subjective an assessment of the relevance of the critical incidents a main categorization of known relevant operations within air traffic control was shaped. These operations were specified both in international agreements and in Swedish regulations for the framing of the working method. Those categories formed in this way constituted together a determination of the aim of the air traffic control services.

### b) Developing plans and specifications for collecting data

It was decided from the beginning that the work-analysis should include as many air traffic controllers as possible and be conducted within a reasonable framework as regards economy and time. For this reason the collecting of data with the aid of questionnaires was appropriate.

The construction of the questionnaire was based on the principles for categorization in advance which were discussed above. This resulted in the questionnaire's being divided according to the type of air traffic control service. Each of these was then divided into categories with a given aim criterion for each category. There were in all 43 categories of which three were of the type "Others" in order to allow for an increase of the categories if there were incidents which could not be assigned to those categories which had been drawn up in advance.

The participant group consisted of all the military controllers in Sweden divided into:

1. Heads of air traffic control units.
2. Senior controllers and
3. Controllers.

In all there were 77 participants in the work-analysis. This number was increased to 94 persons because incidents officially reported as disturbances in the control or flow of air traffic were included.

#### c) Collecting of data

The collecting of data was conducted as mentioned above by questionnaires. The participants described both positive and negative critical incidents. In all 1424 critical incidents were collected and divided into 245 positive, 1185 negative and 24 unacceptable incidents. Reported disturbances in the control of air traffic reached a total of 138.

#### d) Categorization and results

After the critical incidents had been collected a categorization of all behaviour patterns included was undertaken. The category system was given from the beginning by using the previously constructed categories. These formed categories in the new category system and those incidents which had a similar behaviour character were collected into sub-categories. In all 204 sub-categories were formed in this way. Eight of these consisted of positive critical incidents only. Totally, however, positive incidents were included in 78 sub-categories.

The categorization covered finally:

1. Four main areas - three types of Air Traffic Control Services and one general area of work-behaviour
2. 43 categories and
3. 204 sub-categories.

In order to decide whether the collected material gave a comprehensive picture of the critical structure of the Air Traffic Control Services a research of the degree of saturation and comprehensiveness was undertaken. The data included in this research consisted of 225 critical incidents not included in the original categorization. The result showed that only one new sub-category was obtained. The investigation had therefore shown that the number of collected critical incidents was sufficient enough and that with respect to the aim of the study a sufficiently modulated picture of the critical work-situations had been received.

Within the work-analysis an analysis of the contents of the regulations and prescriptions was undertaken in order to check whether all critical work-behaviour patterns had been represented by critical incidents. It showed that the work-analysis had not been a source of clusters of new behaviours and that the regulations had not shown themselves to include work-situations which had not been registered.

#### Decision-making in the air traffic control services

An analysis of the sub-categories indicated the existence of a decision-making that was characterized by a limited space of time for the individual decision and by an intensive flow of information. In order to test this observation a number of levels were constructed which were assumed to mirror the controller's active handling of data, collected from the total flow of information that was at his disposal at the time of the particular decision. The decision-making was therefore given the following determination in terms of levels for an active handling of data:

1. Problem background: Dynamic, memorized data-structure about the air traffic under control.
2. Additional data: Visual and/or auditory registration of data about additional traffic.
3. Data integration: Comparisons between Additional data and Problem background with the following outcome:

- Data integration is possible i.e. the additional data can be directly incorporated into the Problem background without problem-solving or
  - data integration is not possible i.e. the additional data are in conflict with the Problem background and problem-solving is undertaken.
4. Carrying out of decisions: Steps taken on the basis of the outcome of the problem-solving.

The 204 sub-categories in the work-analysis were matched against the pattern of the decision-making with the help of the following criteria:

1. The sub-category must have been added to a situation where the decision-making presupposes that one or more movements and/or positions of the aircrafts have formed the background-factors.
2. To the sub-category there must have been added data which, in relation to the background-factors, expresses a problem which requires a solution.
3. The sub-category which contains data according to the points 1 and 2 above must contain information that a decision has been made.
4. The sub-category must be an expression of the fact that the decision has been carried out.

It became clear that all sub-categories except those which were included in the categories "Inspect the airfield" and "Communicate" included those levels of data-handling which have been described above.

395 available critical incidents reported from civil air traffic controllers were categorized according to the scheme of categorization that had been used in the analyses of the military air traffic control services. It was shown that 353 could directly be placed into the system of categorization which had been used for the military air traffic control services.

#### Memory functions in the making of decisions in the control of air traffic

The 186 sub-categories which were relevant with respect to the decision-making were analysed according to the occurrence of different types of data in the flow of information. The result of the analysis was that three types of data were especially prominent. These were (1) Courses, (2) Altitudes and (3) Distances.

Against the background of those assertions which were made concerning the decision-making two hypotheses were formed about the role of cognitive

functions in handling information when the data-flow within the Problem-background and Additional data was observed.

### Assumptions for Hypothesis I

Visual and auditory memory-components register and store continuously data about traffic under control. The capacity expressed as an quantitative variable of these memory-components is of importance for the making of decisions within the area of air traffic control. By comparing air traffic controllers with persons having formal competence to take part in the air traffic control training programme it is possible to study these memory-components and to establish the degree of influence upon this type of capacity when taking into consideration both learning and basic differences between the groups of individuals with respect to their ability to active short-term memorizing.

### Hypothesis I

Air traffic controllers show in comparison with persons with formal competence to join the air traffic control training programme a greater recall of data when amounts of work-relevant data have been memorized via the memory processes as follows:

1. Visual registration,
2. Active verbal memorizing and
3. A combination of visual registration and active verbal memorizing.

The greater recall of data showed by the air traffic controllers is the product of a learned ability to organize and group work-relevant data and a certain basic capacity for active short-term memorizing.

### Definitions

The concept "Visual registration" was defined as including (1) the retinal image, (2) the short-termed iconic memory and (3) active verbal memorizing.

The concept "Active verbal memorizing" has here been used as it is described by Neisser (1966, s 219), namely as: "Immediate memory interpreted as a manifestation of auditory synthesis extended over time". Active verbal memorizing also includes both organizing and grouping of data into units to be memorized and rehearsal.

Visual registration was with respect to the described functions above

given the following determination: Visual registration is the process which means that visually observed information of courses is transformed to a verbal form and is stored in the active verbal memory.

In connection with this determination of the concept, it was also established, that visual perception of data occurred frequently in the critical incidents, which has been documented in the work-analysis. A corresponding verification was made for auditory perception of data and a combination of these two modes of perception.

A further penetration of the nature of the active verbal memory was of course required and the importance of the duration of stimulus came thereby to play an important role. It was then established that verbal coding, grouping and rehearsal were processes which were conclusively dependent upon the duration of stimulus. If this was not sufficiently wide-ranging there was not a sufficiently large space given to the above mentioned processes.

The duration of stimulus that occurs with respect to the data in air traffic control is built into the process of verbal communication and visual perception that takes place with the aid of radar - within aerodrome control there is also a direct visual perception. The duration of stimulus covers in these cases the space of time that is necessary for the expression of each datum or the time span that with respect to the intensity of traffic is necessary in order to notice the numerical value of a datum or a relation between data. The space of time for verbal coding, grouping and rehearsal is therefore limited and the importance of an efficient organization and grouping of data in meaningful units is obvious. Such meaningful units are obtained as mentioned earlier by establishing data-relations.

Besides what is traditionally contained in the concept "Interference", additional data from a new amount of information seem to have a further effect on earlier memorized amounts of data. This influence arises because the number of data exceeds the available memory-capacity if the data are regarded as unrelated. Such a situation should therefore cause a loss of data.

Even if data in the described case has been registered via a stripp system and a data board a loss of data will cause a decrease in the

capacity of the air traffic controller. This can at a high traffic intensity lead to an insufficient or interrupted control of the total amount of traffic and especially influence data about traffic that stands in a relation of conflict.

### Hypothesis II

When the active verbal memory capacity is used almost to its full extent an addition of data will cause a loss of data in the memorized amount of data if these are not meaningfully related. By making use of data-relations when memorizing course-data this loss of data occurs less in air traffic controllers than in persons who have a formal competence to take part in the air traffic control training. The degree of data-loss is also less with an increased duration of stimulus but because of differences in organizing and grouping of stimuli and a certain basic difference in the capacity for short-term memorizing the differences in amount of recall are maintained between the groups.

### Experimental studies

The experimental studies consisted of five experiments. The first three of these dealt with visual registration, active verbal memorizing in auditory presentation of stimulus and a combination of these modes of memorizing when stimulus was presented visually and auditively at the same time.

A similar hypothesis was formed for the three experiments but with relevance to each of the experiments according to the following formulation:

- If the air traffic controller has a greater recall of visually, auditively or visually and auditively presented courses in visual registration, active verbal memorizing or a combination of these than persons competent to take part in the air traffic control training, this is partly a function of a greater basic capacity for visual registration and active memorizing and partly the exploitation of a learned work-relevant technique for the grouping of data in meaningful quantities.

In addition in experiment 3 the effect of the duration of stimulus on the experimental groups' retention of courses was studied in a simultaneous visual and auditory presentation of the stimulus. The specific question was: Will the difference in amount of retention between the groups remain if the time of exposure is doubled?

## Experiment 1

Experiment 1 threw light upon the hypothesis in visual registration and was conducted as follows:

### Stimuli

These consisted of visual constructions of courses analogous with the straight movement of an aircraft on a radar screen. Each stimulus consisted of a small filled circle with an arrow as a track lying along the extended radius of a circle. In order to get a sufficiently large number of easily identifiable tracks to memorize in each situation the circle was divided into angles of 45 degrees with 45 degrees as the first angle. The following eight angles were used:  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $135^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $225^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$ ,  $315^{\circ}$  and  $360^{\circ}$ . The eight angles constituted then the directions in which the described tracks were directed. Each situation to be memorized consisted consequently of eight angles in the form of a picture for tachistoscopical presentation. 20 such pictures were presented in a random order.

The time of exposure to the situations to be memorized was 12 sec which is the time which corresponds to the auditory presentation in experiments 2 and 3.

### Dependent variable

The dependent variable in experiment 1 was the retention of the visually registered situations. The retention was reported immediately after the termination of the stimulus. The subject wrote down in figures and in a correct order those angles he remembered.

### Subjects

Three groups of subjects took part in the experiment.

Experiment-group 1 consisted of 18 active air traffic controllers, randomly sampled from air traffic controllers at an airport with a control center. The experiment-group is considered representative of air traffic controllers because all the controllers in the group had qualifications as radar- and procedural-controllers and formal competence or qualification for aerodrome control.

Experiment-group 2 consisted of two groups of students in air traffic control with in all 17 individuals. The students had at the time of

the experiments a comparable time of training and no experience in radar control.

Experiment-group 3 consisted of 18 persons with a formal theoretical competence to start training in air traffic control i.e. high school certificate or a corresponding theoretical education.

#### Control of nuisance variables

In order to minimize the differences which might exist between air traffic controllers and students with high school competence as regards their knowledge of the division of the circle into  $45^{\circ}$  angles and experience of transforming a visually registered angle representation in the form of an arrow into degrees the students had all to undergo a special training programme. This aimed to train the students in those areas just mentioned.

#### Experiment 2

In experiment 2 the hypothesis was investigated when stimulus was auditory.

#### Stimuli

The stimuli which were used in experiment 2 were based upon the same division of the circle as in experiment 1 but in an auditory form.

#### Apparatus

A Tandberg tape-recorder and ear-phones were used.

#### Dependent variable

The dependent variable in experiment 2 was the recall of the auditively presented situations.

#### Subjects

The same subjects were used in experiment 2 as in experiment 1.

#### Experiment 3

In experiment 3 a simultaneous visual and auditory presentation of stimulus was used. Furthermore the effect of the duration of stimulus upon the size of the recall was studied at a doubled time of exposure.

#### Stimuli

Stimuli consisted of the same kind of courses as in experiment 1 but combined with a verbal presentation of each course (stimulus).

Two times of exposure were used: 12 and 24 seconds. For each time 20

situations to be memorized were used.

### Apparatus

The same apparatus was used as in experiment 1. The time of exposure was controlled by a starting impulse which regulated the tachistoscope. Between each situation to be memorized there was a period of 20 seconds for recall.

### Dependent variable

The dependent variable was the recall of the situations to be memorized. The demand on the registration of the recall was that the courses should be written in the correct square of the form used for collecting data.

### Subjects

The same subjects as in experiments 1 and 2.

### Results of experiments 1, 2 and 3

An analysis of variance showed that there were differences between both the sizes of the recalls of the experiment-groups and between the three experiments. Furthermore a test of simple main-effects showed that the air traffic controllers had a significantly,  $p < .05$  and  $p < .01$ , greater recall of data in all experiments than the students in air traffic control and students with high school competence. The results also showed that a corresponding relation existed between the two latter groups and that the students in air traffic control had the greatest recall. The first condition of the hypothesis was therefore confirmed.

An examination of the recall of the experiment-groups indicated that the air traffic controllers had to a great extent used a work-relevant and learned technique of grouping data into meaningful units to memorize. This specific technique could even be fixed in forms of data-relations as follows:

- A. Dyad-grouping: Two consecutive tracks which stood in a conflicting relationship formed a Dyad. The situation was determined by the fact that the angle between the courses created an imagined point of conflict. The differences in angle between the tracks were  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  or diametrically opposite. In the latter case even tracks which had a parallel-distance were recalled.

- B. Triad-grouping: Three consecutive tracks which stood in a conflicting relationship formed a Triad. The situation was determined in the same way as in the case of Dyad-grouping.

The results from this analysis showed that there was a significant difference,  $p < .01$ , between the result of the air traffic controllers when grouping data in Dyads and Triads and the corresponding result for ATC students and high school students. Between those groups there was no significant difference in this respect.

The experiments had so far demonstrated that there were differences in the amount of recall between the experiment-groups and that the air traffic controllers had made use of a learned technique when grouping work-relevant data. The hypothesis had therefore been confirmed with respect to those parts of the inquiry. The basic ability to recall when using active verbal memorizing was studied in experiment 4.

The relationship between the experiment-groups' amounts of recall did not change when the time of exposure was doubled. However, a comparison between the results from the three experiments for each experiment-group showed that, quantitatively, less recall was obtained in a visual and a simultaneously visual and auditory presentation of data in comparison with the corresponding result in auditory presentation.

#### Experiment 4

Experiment 4 aimed to study the experiment-groups' ability to memorize short-term when a stimulus not relevant to their work was used. The air traffic controllers' basic ability for active verbal memorizing on the visual perception of the stimulus should be studied in particular, in order to be able to form a base for differential-psychological studies.

The following propositions were made as to the outcome of experiment 4:

- Air traffic controllers and students in air traffic control have a greater ability for active verbal memorizing of visually presented stimuli not relevant to their work than persons with a formal competence to apply for air traffic control training.
- There are no differences between air traffic controllers and students in air traffic control in active verbal memorizing of visually presented stimuli not relevant to their work.

### Stimuli

The stimuli consisted of geometrical figures, see chapter 6 p. 80. The letters under the figures are all consonants and refer to the first letter of the Swedish name for the figure. Every situation to be memorized comprised these eight visual stimuli and was presented in the form of slides with the figures in random order. The time of exposure was the same as in experiment 1 (12 seconds). Even the method of presentation and the dependent variable were the same as in experiment 1.

### Subjects

Three experiment-groups were used: (1) air traffic controllers, (2) air traffic control students and (3) high school students. Each group consisted of 17 individuals.

### Results

The outcome of the experiment showed that both the air traffic controllers and the air traffic control students had a significantly,  $p < .05$ , greater recall of stimuli not relevant to their work than the high school students. Between the air traffic controllers and the air traffic control students there was no significant difference.

The differences in amount of recall that were found between air traffic controllers and air traffic control students in experiments 1-3 were levelled out in experiment 4. This meant that the hypothesis proposing a greater basic ability for active verbal memorizing in the air traffic controllers as compared with the high school students had gained support in experiment 4.

### Conclusions

The results of the experiments have shown that active verbal memorizing of work-relevant stimuli can be influenced in a positive direction by forming meaningful data-relations. This technique for grouping the material to be memorized into meaningful units was frequently used by the air traffic controllers. However, the controllers' recall of data relevant to their work was not only a result of this learned technique; it could also be shown that the controllers had a greater basic ability for active verbal memorizing in the case of visual presentation than the high school students.

### Experiment 5

In this experiment the effect on memorized work-relevant data was studied when additional data were supposed to overload the capacity of the active verbal memory. The study was built on Hypothesis II, p. 98 , and this was more exactly expressed as follows:

- If the air traffic controllers have used nearly the maximum capacity of the active verbal memory when memorizing visually and auditively presented data relevant to their work, the use of a learned work-relevant technique for data-grouping will have the effect that newly added data do not lead to a loss of data which are meaningfully grouped.

### Stimuli

These consisted of the same kind of constructions as those in experiment 3. The subjects received a visual and auditory presentation of each situation to be memorized.

The material which influenced the original memorizing situation consisted of the same type of stimuli as those described above. However, it was decided that stimulus four and stimulus five should constitute special stimuli to be memorized.

The experiment consisted in all of 20 situations together with one situation of influencing data for each situation to be memorized. The presentation of a situation to be memorized was immediately followed by a situation of influencing data and this was followed by a response-interval of 20 seconds. The sequence was automatically repeated.

As in experiment 3 two periods of duration were used to present the situations to be memorized: 12 and 24 seconds. The period of duration for the influencing data was 12 seconds.

### Apparatus

The same apparatus as in experiment 3 were used.

### Dependent variable:

This consisted of the amount of recall of the situation to be memorized.

### Subjects

The same subjects as in experiments 1, 2 and 3.

### Results:

The results showed that the air traffic controllers as in the earlier experiments had a significantly greater recall of data at both presentation times than the other two experiment-groups.

It was also shown that the air traffic controllers used the learned, work-relevant technique for grouping data which has been described earlier.

A comparison was made between the results of experiments 3 and 5 in order to study the occurrence of a possible loss of data. It proved that the controllers did not have any significant difference in the amount of recall at a time of presentation of 12 seconds. A significant difference,  $p < .01$ , occurred in the form of a decrease in recall in experiment 5 at a time of presentation of 24 seconds. Corresponding comparisons for the other experiment-groups showed no significant differences.

The controller had thus no loss of data at a time of presentation of 12 seconds but such a loss did occur at a time of presentation of 24 seconds. In order to study this relation a comparison was undertaken between the result arrived at when recalling dyads and triads in experiments 3 and 5. It proved that there were no significant differences between the experiments in this respect. The loss of data that had taken place at a time of presentation of 24 seconds could therefore be related to the loss of stimuli which were not meaningfully related. In experiment 3 on the other hand the controllers have been able to optimize a memorizing of such stimuli.

### Discussion and conclusion

The results from experiment 5 showed that the controllers used a learned, work-relevant technique for grouping data in meaningful units to be memorized. This grouping in accordance with meaningfulness had the effect that no loss of data occurred in such units as consisted of conflict-related data. Nor did a loss of data occur on the whole at a time of presentation of 12 seconds while the doubled time caused a loss of data which did not form any meaningful relationship with other data. This proved to depend upon the fact that the controllers in experiment 3 with a time of presentation of 24 sec. had reached maximum memorizing of, in comparison with time of presentation 12 sec., a greater number of data which were not meaningfully related. This type of data formed separate units to be memorized and

demanding as such an effective rehearsal in order to be remembered. At a time of presentation of 12 seconds the space of time for scanning and rehearsal decreased owing to the fact that presentation of the data which were included in each situation, in total eight stimuli, took 12 seconds to say with a distinct pause between each datum. For the doubled time of presentation, 24 seconds, there were another 12 seconds available for the process of memorizing which led to an increased memorizing of not meaningfully related data. The effect of the addition of extra data therefore influenced the opportunities for scanning and rehearsal by transferring the attention to the additional data. There occurred therefore a loss of such not meaningfully related data which, by force of their special requirements of cognitive resources at memorizing, had been stored in the outer area of the active verbal memory, i.e. in that part of the memory structure where the meaningfulness of the data could not be used for a continued storing of data.

The conclusion of experiment 5 was that the hypothesis was confirmed.

### Summary of experimental results

All experiments, except experiment 4, here accounted for have proved, that the air traffic controllers' active verbal memorizing of work-relevant data has implied a specific use of a learned, work-relevant technique for the grouping of data into units to be memorized. This technique was based upon the fact that data which stood in meaningful relations to each other had been grouped together and formed a unit to be memorized. The meaningful relations arose because the data which were included in each relationship were perceived as if they stood in a relationship of direct conflict towards each other.

The results also showed that active verbal memorizing of visually and visually/auditive presented stimuli demanded the use of more complex cognitive functions than the corresponding memorizing of only auditory data. This has a direct relevance to radar air traffic control where visual and visual/auditory presentation of stimulus are frequently prevalent. Large amounts of data which are presented in this way in radar control will therefore raise greater demands on access to cognitive resources when memorizing than corresponding conditions in procedural control. The above mentioned work-relevant technique for grouping of data makes it possible, however, in both methods of air traffic control, to keep conflict-related

data memorized when additional data are added and when large amounts of data have been memorized earlier. The results proved in this case that data which stood in a relation of conflict were less influenced by forgetfulness than data which were not included in such meaningful relationships.

As there were significant differences between air traffic controllers and students in air traffic control in the way of grouping data into meaningful units to be memorized this indicated either that the training which had been given in forming such relations had not been sufficient up to the level of training which had been reached at the time of the experiments or that the incorporation of the technique takes place gradually thereafter and as a product of professional routine. Irrespective of the present situation the results of the experiments have proved the importance of a work-relevant technique for the grouping of data and this indicates that the learning of this should be given attention in the training of students in air traffic control.

The results also showed that the controllers' ability for active verbal memorizing as against the students' included a greater basic ability for active short-term memorizing. This conclusion was based on comparisons between air traffic controllers, students in air traffic control and students with high school competence. The results indicated that in the experiments with work-relevant data there were such differences in basic ability for active verbal memorizing and this was later confirmed in an experiment using work-neutral stimuli. The differential psychological aim of the study was thereby fulfilled and a base had been found for continuing studies.

In summary the results of the experiments show the effect of efficient grouping and memorizing of data. Because of the large amount of data that exists in the total flow of information within the air traffic control services, the proved ability and technique for controlling data has a direct relevance to the opportunities of the air traffic controller to keep traffic, in a conflicting relationship, under control and maintain safety. An application of the results of the experiments both in training and in selection should therefore contribute both to a reduction of the loss of students during the training-period and to an efficient extraction of data related to safety in complex situations of air traffic control.

## Referenser

- Andersson, B.-E & Nilsson, S.-G. (1966). Arbets- och utbildningsanalyser med hjälp av Critical incidentmetoden. Göteborg: Läromedelsförlagen.
- Averbach, E. & Coriell, A.S. (1961). Short-term memory in vision. *Bell Syst. tech. J.*, 40, 309-328.
- Berelson, B. (1952). *Content analyses in communication research*, New York.
- Björkman, B. (1969). Prognos över den framtida utvecklingen av civilflyget över svenskt territorium. Stockholm: Inst Kommunikationsteknik, KTH, rapport 637.
- Boalt, G. Westerlund, G. (1952). *Arbets sociologi*, Stockholm.
- Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quart. J. exp. Psychol.*, 10, 12-21.
- Conrad, R. & Hille, B.A. (1958). The decay theory of immediate memory and paced recall. *Canad. J. Psychol.*, 12, 1-6.
- Dunnette, M.D. (1966). *Personnel selection and placement*. Belmont: Wadsworth.
- Eriksen, C.W. & Johnson, H.J. (1964). Storage and decay characteristic of non-attended auditory stimuli. *J. exp. Psychol.*, 68, 28-36.
- Eriksen, C.W. & Steffy, R.A. (1968). Short-term memory and retroactive interference in visual perception. *J. exp. Psychol.*, 68, 423-434.
- Flanagan, J.C. (1954). The critical incident technique. *Psychol. Bull.*, 51, 327-358.
- Flanagan, J.C. (1956 a). The evaluation of methods in applied psychology and the problem of criteria. *Occupational psychol.*, 1-8.
- Flygvapnet. Bestämmelser för militär flygtrafikledning, Befyl. Stockholm.
- Flygvapnet. Ordnings- och säkerhetsföreskrifter för militär flygning. Stockholm.
- Ghiselli, E. & Brown, C. (1958). *Arbetspsykologi*. Stockholm.
- Guttman, N. & Julesz, B. (1963). Lower limits of auditory periodicity analysis. *J. acoust. Soc. Amer.*, 35, 610.
- Hydén, A. (1968). *Trafikanalys*. Stockholm.
- Hydén, A. (1970). *Militär trafikanalys*. Stockholm.
- Ingeniörsvetenskapsakademien (1959). Arbetsvärdering. FK0-meddelanden nr 32, Stockholm.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Dover. (Printed 1950).
- Kirk, R.E. (1969). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences*, Belmont, California.

- Luftfartsverket. Bestämmelser för civil luftfart, BCL. Stockholm.
- Mackworth, J.F. (1965). Presentation rate, repetition, and organization in auditory short-term memory. *Canad. J. Psychol.*, 19, 304-315.
- McGuigan, F.J. (1968). *Experimental psychology*. Prentice Hall, New Jersey.
- Mattsson, J.O. (1971). Yrkesanpassat urvalsinstrument för uttagning av militära flygtrafikledaraspiranter, Uppsala universitet.
- Maysner, M.S. et al. (1964). Short-term memory in vision: A partial replication of the Averbach and Coriell Study, *Psychonom.Sci.*, 1, 225-226.
- Miller, G.A. (1956 a). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychol. Rev.*, 63, 81-97.
- Murdock, B.B. (1961). The retention of individual items. *J. exp Psychol.*, 62, 618-625.
- Neisser, U. (1963 a). The multiplicity of thought. *Brit. J. Psychol.*, 54, 1-14.
- Neisser, U. (1966 a). *Cognitive psychology*. New York: Meredith.
- Norman, D.A. (1969). *Memory and attention: An introduction to human information processing*. New York: Wiley.
- Peterson, L.R. & Peterson, M.J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *J. exp. Psychol.*, 58, 193-198.
- Pollack, I. (1959). Message uncertainty and message reception. *J. aconst. Soc. Amer.*, 31, 1500-1508.
- Pollack, I., & Johnson, L.B. (1965). Memoryspan with efficient coding procedures, *Amer. J. Psychol.*, 55, 303-306.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton U.P.
- Posner, M.I. (1964 b). Rate of presentation and order of recall in immediate memory. *Brit. J. Psychol.*, 55, 303-306.
- Shartle, C.L. (1953). *Occupational information. Its development and application*. New York.
- Siegel, S. (1956). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York.
- Sperling, G. (1960 a). The information available in brief visual presentations. *Psychol. Monogr.*, 74, No. 11.
- Sperling, G. (1963). A model for visual memory tasks. *Hum. Factors*, 5, 19-31.
- Svensk Flygtrafikledningskommitté (1971). *Flygtrafikledning 1980, System och organisation*. Stockholm.
- Tekniska Nomenklaturcentralen (1960). *Arbetskunskapsterminologi. Publikation nr 34*. Stockholm.

- Thorndike, R.L. (1949). *Personnel selection. Test and measurement techniques*. New York.
- Thurstone, L.L. (1948). *Multiple - Factor Analyses*, University of Chicago Press, Chicago.
- Waugh, N.C. & Norman, D.A. (1965). Primary memory. *Psychol. Rev.*, 72, 89-104.
- Westerlund, G. (1950). *Arbetsanalysens principiella bakgrund II. Affärsekonomi*, nr 5.
- Wickelgren, W.A. (1965 a). Acoustic similarity and retroactive interference in shortterm memory. *J. verb. Learn. verb. Behav.*, 4; 53-62.
- Wickelgren, W.A. (1966 a). Phonemic similarity and interference in short-term memory for single letters. *J. exp. Psychol.*, 71, 396-404.
- Yntema, D.B., Wozencraft, T.F. & Klem, L. (1964). Immediate recall of digits presented at very high speeds. Paper presented to Psychonom. Soc., Niagara Falls, Ontario.



